昭和37年9月15日第三種郵便物認可　三菱電機技報　51巻7号(通巻554号)昭和52年7月25日発行(毎月1回25日発行)

MITSUBISHI DENKI GIHO
三菱電機技報

Vol.51 No.7

昇降機・ビル管理特集

7
1977

未来を開発する
三菱電機

三菱電機技報

Vol. 51 No. 7 JULY 1977

昇降機・ビル管理特集

目　次

特集論文

OS システム 75 群管理方式と会話形シミュレータ……竹内照男・蒲原捷行・後藤誠一　431
中速ギヤレスエレベータの新制御方式—ダイヤグライド GL エレベーター—……釜池　宏・米本正志　436
三菱新形乗用油圧エレベータ……矢田貝純弘・榎本　篤　440
横断歩道橋用エスカレータ……飯田剛士・本作芳英・植木康雄・神谷　隆　445
ビルディング総合管理システム……吉田修己・上野義弘・那須利男・山田　淳・金谷外志彦　451
画像情報装置と防犯・防災システム—画像検索カラーディスプレー装置とその応用—
……和泉陽平・近藤邦一・北垣　享・平居宣威　458

普通論文

高性能電着絶縁電線……柴山恭一・佐藤文彦・地大英毅・高浜　隆　465
対話形自動プログラム付ワイヤカット放電加工機……小林和彦・大丸隆正・加藤善久・丸山寿一・大道道隆　469
東京大学教育用計算機センタ省力化システム……猪瀬　博・鈴木　功・沓沢啓二・平塚　尚　475
MNOS 構造不揮発性メモリと 4K ビット EAROM……榎本龍弥・鍋谷　弘・風間悦男・中山春夫・松本平八　481
家庭用冷蔵庫と熱系シミュレーション……山崎起助・瀬下　裕・小林協三・井上　博　487
大容量 8,500kVA 自励式インバータ……細野　勇・川畑隆夫・矢野禎成・原　康博・開高　徹　491
特許と新案……463
ケーブル故障検出装置・歪測定素子・半導体素子のリード線接続方法
スポット……497
新形漏電リレー・新形漏電しゃ断器・ヤード総合自動化システムに毎日工業技術特別賞・縦形注入論理素子の開発に市村賞
当社の登録実用新案一覧……500

FEATURING BUILDING TRANSPORTATION AND MANAGEMENT SYSTEMS

CONTENTS

FEATURED PAPERS

The OS System 75 Group-Supervisory System for Elevators, and a Conversational Group-Supervisory Simulator……Teruo Takeuchi et al.　431
The New DIAGLIDE-GL Control System for Gearless Elevators……Hiroshi Kamaike & Masashi Yonemoto　436
A New Hydraulic Passenger Elevator……Yoshihiro Yatagai & Atsushi Enomoto　440
An Escalator for Pedestrian Overpasses……Yasuo Ueki et al.　445
Supervisory-Control Systems for Buildings……Osami Yoshida et al.　451
An Information-Retrieval Color Display, and Its Application in Building-Security Systems……Yohei Izumi et al.　458

GENERAL PAPERS

High-Performance MEDIS® Wire……Kyoichi Shibayama et al.　465
A Wire-Cut Electrical-Discharge Machining System with Conversational Automatic Programming……Kazuhiko Kobayashi et al.　469
A Manpower-Saving System Installed at the Educational Computer Center, University of Tokyo……Hiroshi Inose et al.　475
The MNOS-Structure Nonvolatile Memory Process and a 4k-Bit EAROM……Tatsuya Enomoto et al.　481
Simulation of the Thermal Systems of Home Refrigerators……Kisuke Yamazaki et al.　487
An 8500kVA Self-Commutated Inverter……Isamu Hosono et al.　491

表　紙

世界最高速 600m/min 三菱エレベータ

東京巣鴨拘置所跡，池袋副都心再開発事業の中心棟となるサンシャイン-60 ビルの建設中の写真である。

本ビルは新宿副都心の超高層ビル群を抜く日本最高の建築で，地上 60 階の展望室，59 階のスカイレストランに直通サービスができる世界最高速 600m/min の三菱エレベータ 2 台と，最上層サービス用 540m/min の三菱エレベータ 6 台が設置され，OS-75 システムによって群管理される。

COVER

The 600m/min Mitsubishi Electric Elevators

This photograph shows the Sunshine 60 Building, now under construction as the nucleus of the Ikebukuro Metropolitan Subcenter Redevelopment Scheme. With a height of 60 stories above ground, this will be Japan's tallest building.

Two 600m/min Mitsubishi Electric elevators will provide direct service to the 60th-floor observation area and the 59th-floor Sky Restaurant, and six 540m/min elevators will serve the upper floors, with group control provided by the OS-75 system.

アブストラクト

OSシステム75群管理方式と会話形シミュレータ

竹内照男・蒲原捷行・後藤誠一

三菱電機技報 Vol.51・No.7・P431～435

新群管理方式エレベータOSシステム75は，従来の群管理方式エレベータASP-Aに取って替わるものであり，先に開発したOSシステム700と同じく割当方式を基本にしている．その結果，従来のASP-A方式に比べて平均待時間で10～20%短縮し，50秒以上待たされる長待呼びは30～50%減少した．

ここではOSシステム75の概要とその特徴，並びにシステム開発に用いられた会話形シミュレータEGGSの概要について紹介する．

中速ギヤレスエレベータの新制御方式

—ダイヤグライドGLエレベーター—

釜池　宏・米本正志

三菱電機技報 Vol.51・No.7・P436～439

最近，エレベータに対して，安全性の向上及び建物側への負担の減少が強く要求されている．

この度開発した中速（120～180m/min）ギヤレスエレベータ用ダイヤグライドGL方式は，この要求に答え，安全性に対してきめ細かい配慮がされたシステム構成になっているとともに，回転機が小形軽量化されている．本文において，ダイヤグライドGL方式の特長を述べる．

三菱新形乗用油圧エレベータ

矢田貝純弘・榎本　篤

三菱電機技報 Vol.51・No.7・P440～444

最近日照権問題，観光地及び風致地区の建物の高さ制限などから，建物上部に機械室を必要としない，小形乗用油圧エレベータの需要が活発化してきた．油圧エレベータは，つり合いおもりがないので地震時の安全性が高いこと，停電，故障時の救出が容易であるなどの特長があり，改めて注目を浴びつつある．当社はこのような動向に積極的に対応して，かずかずのメリットを有する画期的な三菱新形乗用油圧エレベータを開発したので，その概要を紹介する．

横断歩道橋用エスカレータ

飯田剛士・本作芳英・植木康雄・神谷　隆

三菱電機技報 Vol.51・No.7・P445～450

我が国で初めて横断歩道橋にエスカレータが設置された．歩道橋という特殊な設置条件を考慮し，エスカレータ利用者に対する安全性の確保と，運行管理の省力化が最大のポイントであった．このような背景において，乗降口のしゃ断機やITVカメラによる監視や，遠方監視制御方式のほか，安全性向上のためのかずかずの付帯設備を取り入れたエスカレータシステムを完成したので，ここにその内容を紹介する．

ビルディング総合管理システム

吉田修巳・上野義弘・那須利男・山田　淳・金谷外志彦

三菱電機技報 Vol.51・No.7・P451～457

最近ビルの大形化が進められている反面，低成長経済への適応や生活環境の安全性に関するニーズが高まっている．当社は総合電機メーカとして，当社が製作する主要なビル設備機器並びに，これらを合理的に運営管理するビル総合管理システムにも，このようなニーズを反映している．単に省力だけでなく，今後は，省エネルギ，安全強化の面で，ビル総合管理システムの効果が期待される．具体的な実例を交じえて，システムの概要を紹介する．

画像情報装置と防犯・防災システム

—画像検索カラーディスプレー装置とその応用—

和泉陽平・近藤邦一・北垣　亨・平居宣威

三菱電機技報 Vol.51・No.7・P458～462

従来のCRT表示装置と比較し，文字・図形表示，ライトペン操作などの点で同様な機能を有し，一方，図形など表示内容の記憶に必要なメモリ容量の大幅削減を可能とした〝画像検索カラーディスプレー装置〟の紹介を行っている．更に，㈱小田急百貨店向け防犯監視システム，及び，旭川医科大学向けビル総合管理システム（防災システム）へこの装置を適用した実例の紹介を行っている．

高性能電着絶縁電線

柴山恭一・佐藤文彦・地大英毅・高浜　巳

三菱電機技報 Vol.51・No.7・P465～468

無公害，省エネルギを指向した電着絶縁電線（MEDIS Wire）は小形回転機の分野に適用され，好評を博してきたが，その後より広範囲に適用分野を拡大するため，材料及びプロセスの開発を行ってきた．その結果，経済的後処理プロセスと，オーバコート法を併用したMEDIS電線特有のF～H種の耐熱2重被覆電線を開発した．この報文では新しいプロセスによる皮膜形成機構とオーバコートによる耐熱化及びその電線諸特性について述べる．

対話形自動プログラム付ワイヤカット放電加工機

小林和彦・大丸隆正・加藤善久・丸山寿一・大島道隆

三菱電機技報 Vol.51・No.7・P469～474

ワイヤカット放電加工は，電極製作を行わずに高精度の金型加工，試作部品加工等が容易に，しかも確実に行うことができるという特長から，ここ数年の間に放電加工の応用製品として急成長した．この製品は，従来からの放電加工制御技術の外，NC技術，計算機制御技術，NCテープ作成自動プログラムと広い範囲の技術が取り入れられている．ここでは，この製品について，加工原理，システム構成及び対話形自動プログラムに至るまで，一通り述べた．

東京大学教育用計算機センタ省力化システム

猪瀬　博・鈴木　功・沓沢啓二・平塚　尚

三菱電機技報 Vol.51・No.7・P475～480

計算センタ省力化システムは，操作卓を除くすべての入出力装置を利用者に開放して計算センタの省力化を図るものであり，このシステムの具体例としては東京大学教育用計算機センタ設置のものが著名である．省力化システムの実現にあたって種々の機能を新たに開発したが，ここでは上の実例に沿って，開放入出力室の配置，システムの利用の形態，利用者及びジョブの管理，ジョブ入出力の対応付け，入出力装置と端末装置，等についてそれぞれ概要を説明する．

MNOS構造不揮発性メモリと4KビットEAROM

榎本龍弥・鍋谷　弘・風間悦男・中山春夫・松本平八

三菱電機技報 Vol.51・No.7・P481～486

MNOS構造不揮発性メモリの信頼性を高めるため，窒化膜生成を中心としたメモリゲート生成条件の検討を行い，1メモリトランジスタ／ビットの回路構成によるフルデコード付き4KビットEAROMを開発した．回路構成を工夫して〝1〟〝0〟の検出を安定にし，各メモリセルの記憶保持レベルを直接評価できるようにした．これにより詳細な書込み特性・記憶保持特性の評価を行い，高い信頼性を有する4KビットEAROMであることを確認した．

家庭用冷蔵庫の熱系シミュレーション

山崎起助・瀬下　裕・小林協三・井上　博

三菱電機技報 Vol.51・No.7・P487～490

家庭用電気冷蔵庫の普及率は100%に近いが，最近では内容積が大形化傾向にある一方，冷蔵庫の高性能化及び省電力化の要求も強い．

この要求に答えるために新開発した《ニューみどり》シリーズ冷蔵庫の特長を述べ，その冷蔵庫システムの熱系モデルによる種々外部条件での庫内温度変化を動的にシミュレーションし，冷蔵庫システムを構成する諸要因特性の最適バランスを追求する方法について紹介する．

大容量8,500kVA自励式インバータ

細野　勇・川畑隆夫・矢野禎成・原　康博・開高　徹

三菱電機技報 Vol.51・No.7・P491～496

大容量回転機試験設備用の周波数変換装置として，自励式インバータによる大容量8,500kVA，60／50Hz静止形周波数変換装置を完成し，ポンプ，コンプレッサなどの大容量機器の試験用電源として三菱重工業(株)へ納入した．この装置はトランス結合多重PWM方式によって良質な出力波形を得るようにしてある．この装置の概要とこのインバータを利用した大容量インバータの若干の構成例について述べている．

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 51, No. 7, pp. 465~68 (1977)

High-Performance MEDIS® Wire

by Kyoichi Shibayama, Fumihiko Sato, Eiki Jidai & Takashi Takahama

For considerations of pollution-prevention and energy-saving, Mitsubishi's electrodeposited-insulation system (MEDIS®) wire has achieved considerable popularity in use in small-motor coils. To increase its versatility, improvements have been made in both the materials and the process. The result is a double-coated wire based on an economical after-treatment process and an overcoating method that provides the heat-resistant properties of Class H insulation. The article describes the film-formation mechanism obtained with the new method, and the improved heat resistance obtained from overcoating, as well as some characteristics of the wire.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 51, No. 7, pp. 469~74 (1977)

A Wire-Cut Electrical-Discharge Machining System with Conversational Automatic Programming

by Kazuhiko Kobayashi, Takamasu Daimaru, Yoshihisa Kato, Hisaichi Maruyama & Michitaka Oshima

Wire-cut EDM has the advantage that high-precision dies, prototypes, etc. can be machined easily without the need to manufacture electrodes. The result has been a rapid growth in this method of EDM over the past several years. This new system is based on conventional EDM control techniques, but in addition incorporates the most advanced techniques of numerical control, computer control, and automatic programming for the generation of NC tapes. The article describes the machining principle and configuration of this new EDM system, as well as the conversational automatic program that it uses.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 51, No. 7, pp. 475~80 (1977)

A Manpower-Saving System Installed at the Educational Computer Center, University of Tokyo

by Hiroshi Inose,* Isao Suzuki,* Keiji Kutsuzawa & Takashi Hiratsuka

This system aims at reducing computer-center manpower by keeping all input/output devices, with the exception of the operator's console, open to the user. An excellent example is the system installed at Tokyo University's Educational Computer Center.

In realizing such a manpower-saving system a variety of new functions were developed. The article follows the above example, describing the open I/O room layout, systems-usage procedures, users' control and job management, effecting job I/O correspondence, I/O devices, and terminals.

*Educational Computer Center, Tokyo University

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 51, No. 7, pp. 481~86 (1977)

The MNOS-Structure Nonvolatile Memory Process and a 4k-Bit EAROM

by Tatsuya Enomoto, Hiroshi Nabetani, Etsuo Kazama, Haruo Nakayama & Heihachi Matsumoto

In order to improve the reliability of the metal nitride oxide silicon-structure nonvolatile memory, the conditions of memory-gate processing were considered, with central emphasis on nitride deposition. From this was developed a fully decoded 4k-bit electrically alterable read-only memory (EAROM). Circuit configuration was refined to stabilize the detection of '0' and '1,' enabling the direct evaluation of the retained threshold voltage level of each memory cell. This enabled detailed evaluation of the writing characteristics and memory-retention characteristics, confirming the high reliability of the EAROM.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 51, No. 7, pp. 487~90 (1977)

Simulation of the Thermal Systems of Home Refrigerators

by Kisuke Yamazaki, Yu Seshimo, Kyozo Kobayashi & Hiroshi Inoue

Almost all of Japan's households have an electric refrigerator, and recently the demand has been for larger internal capacities, higher performance, and better energy efficiency.

The article describes the features of Mitsubishi's New Midori series of refrigerators, which were developed to meet these demands. It also explains the method by which a model of a refrigerator thermal system is used in the dynamic simulation of internal temperature changes under a variety of external conditions, in order to obtain the optimum trade-off of the various factors and performance items that go into a refrigerator system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 51, No. 7, pp. 491~96 (1977)

An 8500kVA Self-Commutated Inverter

by Isamu Hosono, Takao Kawabata, Sadanori Yano, Yasuhiro Hara & Akira Kaiko

An 8500kVA 60/50Hz frequency converter using a self-commutated static inverter has been completed and delivered to Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. for use in the power supply for testing large-capacity pumps, compressors, and other rotary machines. The inverter is of the transformer-coupled type, with multistage pulse-width modulation, giving an excellent output waveform. The article describes the inverter, along with equipment for similar applications.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 51, No. 7, pp. 431~35 (1977)

The OS System 75 Group-Supervisory System for Elevators, and a Conversational Group-Supervisory Simulator

by Teruo Takeuchi, Toshiyuki Kamohara, & Seiichi Goto

The new OS (optimum service) System 75 group-supervisory system is designed to replace the ASP-A system, and like the previously developed OS System 700, adopts the car-assignment method. In comparison with the ASP-A system, the average waiting time is shortened by 10~20%, and the number of calls for which the waiting time exceeds 50 seconds has been reduced by 30~50%. The article discusses the OS System 75, its features, and the elevator group-supervisory graphic simulator (EGGS), a conversational group-supervisory simulator used in the development of the system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 51 No. 7, pp. 436~39 (1977)

The New DIAGLIDE-GL Control System for Gearless Elevators

by Hiroshi Kamaike & Masashi Yonemoto

Recent demands for improved elevator safety and reduced power consumption have been met by the DIAGLIDE-GL system developed for medium-speed (120~180m/min) gearless elevators. The system structure has been carefully analyzed in terms of safety considerations, and the dimensions and weight of the traction machine have been reduced. The article discusses the features of the DIAGLIDE-GL system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 51, No. 7, pp. 440~44 (1977)

A New Hydraulic Passenger Elevator

by Yoshihiro Yatagai & Atsushi Enomoto

With limitations on building height imposed in tourist spots and scenic areas, and the problem of the 'right to sunlight,' the demand has increased for small, hydraulically operated passenger elevators that do not require a machine room in the upper part of the building. Thus new attention is being turned on other advantages of hydraulic elevators. Operating with no counterweight, they exhibit a high degree of safety during earthquakes, and allow easy rescue of passengers trapped during power failure or breakdown. The article describes a new type of hydraulic passenger elevator with a number of advantages well suited to the demand.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 51, No. 7, pp. 445~50 (1977)

An Escalator for Pedestrian Overpasses

by Yasuo Ueki, Takashi Kamiya, Tsuyoshi Iida, & Yoshihide Motosaku

A pedestrian overpass has been equipped with an escalator for the first time in Japan. The most important developmental problem was to assure the safety of passengers and yet reduce the requirement for supervisory manpower, taking into consideration the special installation conditions of an overpass. The article reports on how shutters, CCTV monitors and a remote-control system were installed, and how a number of accessories were applied in order to improve safety.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 51, No. 7, pp. 451~57 (1977)

Supervisory-Control Systems for Buildings

by Osami Yoshida, Yoshihiro Ueno, Toshio Nasu, Sunao Yamada & Toshihiko Kanaya

Along with recent increases in the sizes of buildings, needs have been felt for accommodation to more modest rates of economic growth and for provision of a safer living environment. These needs are reflected in Mitsubishi Electric's main items of building equipment and in the supervisory-control systems that effect their efficient operation. Future expectations for these systems involve not only manpower saving but also energy saving and improved safety. The article describes such systems, using concrete examples.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 51, No. 7, pp. 458~62 (1977)

An Information-Retrieval Color Display, and Its Application in Building-Security Systems

by Yohei Izumi, Kunikazu Kondo, Toru Kitagaki & Nobutake Hirai

The article introduces a newly developed information-retrieval color-display system that provides alphanumeric and graphic display and light-pen operation similar to that of existing displays, yet requires a considerably smaller memory capacity. It also describes examples of its application in a security-monitoring system for the Odakyu Department Store, and in a fire-security supervisory-control system for the Asahikawa Medical College.

OSシステム75群管理方式と会話形シミュレータ

竹内照男*・蒲原捷行**・後藤誠一**

1. まえがき

社会の発展と合理化の進展は，エレベータサービスの向上，特にビル内交通が複雑を極めるビジネスアワーでの待時間短縮にその強い要求が示されている。

先に当社は，これら要求にこたえるべく，全く新しい思想に基づいた画期的な全自動群管理方式エレベータOS (Optimum Service) システム700を開発し，多数のビルに納入好評を博してきたが，今般このOSシステム700における種々の長所を生かし，広範囲の建物に適用して使いやすく，コストパフォーマンス高いサービスを提供する高級はん(汎)用全自動群管理方式エレベータOSシステム75（以下OS-75という）を開発した。このOS-75の開発により割当方式を基本にしたOSシステムのシリーズ化が完成し，1957年来多数の方々に御愛用いただいてきた当社全自動群管理方式エレベータASP-Aを，全面的にOS-75とOS-750（OS-700の改良形）に切換えることにした。

OS-75の1号機は，既に日本生命梅田ビル（大阪）において好評裏に営業運転中であり，後続号機も続々と国内外において営業運転を開始し，今後の活躍が大いに期待されるところである。ここにOS-75の管理方式並びにその特徴について紹介する。

なお，群管理方式の新規開発や改良にはコンピュータシミュレーションが必要不可欠であるが，OS-75の開発段階で利用されたシミュレータEGGS (Elevator Group-supervizory Graphic Simulator) には，従来品にない新しい機能がいくつか付加されており，併せてここに紹介する。

2. これまでのエレベータ群管理の考え方

新しい群管理方式OS-75を説明するまえに，従来の群管理方式ASP-Aについて振り返ってみることにする。

エレベータ群管理の目的は言うまでもなく，複数台で一群を成すエレベータを相互に有機的な関係を保たせながら運転し，単に台数を増やすだけでは得られない大きな輸送力と利用客に対する効率よいサービスを生み出し，ひいてはビルの経済効率を向上させることにある。

この目的達成のためにASP-Aでは建物の交通状態に応じた数種の運転パターンを内蔵し，大局的な交通需要予測により運転パターンを選択して切換え，更に選択された運転パターンの中でエレベータの動きを細かくコントロールし，建物内のエレベータ交通の変動に適切に対応しようとする階層制御が採用されている。

朝の出勤時のように，玄関階床からの入館者が非常に多い交通状態においては，昇りピークのパターンが選択され，玄関階床からの昇り客の輸送に専念する。

ビジネスアワーにおいては，サービス階の上下両端階に設けた出発階からエレベータを時隔出発させ，エレベータ同志の時間的間隔を等しく保ちながら上下出発階の間を往復一周運転させることにより，ランダムに発生するすべての階床からの乗客に対して待時間が短く，かつ均等にサービスさせる方式が採られている。

また夕方の退勤時には，各階からの下り方向の乗客が混雑するが，この状態では降りピークのパターンが選択され，上方階からの降り客輸送にエレベータサービスの重点を移す。

3. OSシステム75

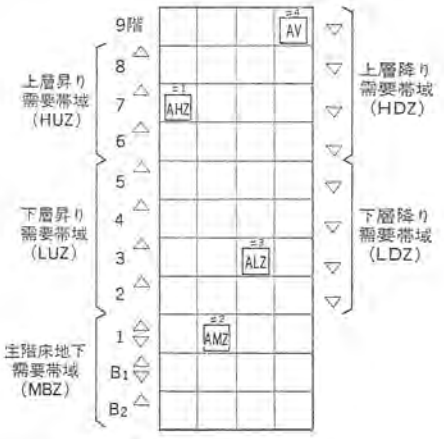
OS-75は，朝の出勤時のように昇り交通に極めて高い集中率を示す交通状態を除いて特別な運転パターンを設けず，この方式特有の基本動作と交通変動に応じたきめ細かな応用動作により，現在と近い将来の交通状態に対して最も効果的なエレベータの配車を行い，あらゆる交通状態において利用者に最も短い待時間で平等なエレベータサービスを提供する，画期的な全自動群管理方式エレベータである。

3.1 OSシステム75の概要

ASP-A方式における群管理の基本的な考え方は，かごとかごとの時間的間隔を均等化することによって待時間の短縮と均等化を計り，サービス効率を向上しようとする方式であることは既に述べたが，このため上下両出発階では，出発時隔調整のための待機が必要になり，またいったん出発階を出発したかごは，途中呼びがなくなっても，他方の出発階まで走行しなければならない。これらは，間隔制御を基本にした従来方式では必要不可欠な動作であるが，エレベータの動きとしては有効な働きをしていないむだな待機，むだな走行となっていた。OS-75では先のOSシステム700で開発した当社独得の割当方式（用済みで待機している空きかごに呼びを割当て，そのかごが割当てられた呼びの階へ直行してサービスする方式）を基にこれらむだ時間を有効活用し，従来のASP-A方式より一層の待時間短縮，運転効率の向上を計っている。

以下OS-75の割当方式（特許出願中）を主体に，その群管理の概要について説明する。

OS-75では図1.に示すように，呼びを複数のグループすなわち複



#1 上層利用可能かご(AHZ)として7階に待機
#2 主階床利用可能かご(AMZ)として1階に待機
#3 下層利用可能かご(ALZ)として3階に待機
#4 単なる利用可能かご(AV)として9階に待機

図1. 需要帯域の構成とかごの待機

* 稲沢製作所 ** 本社

数の需要帯域に分割する。

1階及び地下の呼びをまとめて主階床地下需要帯域とし，昇り呼び・降り呼びをおのおの2分割して，下層昇り需要帯域・上層昇り需要帯域・上層降り需要帯域・下層降り需要帯域の合計五つの需要帯域に分割する。特にサービス階の最上階が不ぞろいのときには，それらの呼びで屋上需要帯域を構成する。

一方エレベータは用済み後，地下階を除くすべての階床で利用可能かごとなり，戸を閉めて待機する。そして，それぞれの帯域で待機する利用可能かごのうち1台を，その待機する帯域の利用可能かごに指名し，それぞれの帯域の需要にサービスするエレベータとする。すなわち，主階床に待機する利用可能かごのうち1台を主階床利用可能かご，下層帯域のうち1台を下層利用可能かご，上層帯域のを上層利用可能かごに指名し，それぞれの需要帯域に乗場呼びが登録されたとき，それら帯域の名前をもって待機している利用可能かごを割当てサービスさせる。

図1.には待機しているエレベータの一例が需要帯域の構成に併せて示してある。図中4号機はただ単なる利用可能かごとして待機しており，1号機が需要帯域に割当てられ，上層利用可能かごでなくなった時点で上層利用可能かごに指名され，乗場呼びに対して割当てられるかごになる。

図2.，図3.にはそれぞれ乗場昇り呼び・降り呼びに対するエレベータのサービスの仕方の一例が示されている。図1.のエレベータ配置の状態から，1・4・6・8階にそれぞれ昇り呼びが登録されたとすると，1階の昇り呼びには2号機が割当てられ，1階で昇りホールランタンを点灯して戸を開き，1階からの昇り客にサービスする。同様に4階の昇り呼びには3号機が割当てられ，3階で戸を開くことなく4階まで昇り走行し，4階の昇り呼びから順次サービスする。また6階・8階の昇り呼びに対しては1号機が割当てられる。この場合1号機はいったん降り方向に走行し，6階まで直行した後方向反転し，6階・8階の昇り呼びに順次サービスする。その後各かごは割当てられた帯域の乗場呼びと，乗客の登録したかご呼びとに順次サービスし，最終呼びに答え終わった階で再び利用可能かごとなって待機する。一方4号機は，最初9階に単なる利用可能かごとして待機していたが，1号機が上層昇り需要帯域に割当てられたため上層利用可能かごとなって待機する。もし1～3号機が各需要帯域に割当てられ，4号機が上層利用可能かごになった図2.の状態から，下層降り需要帯域に降り呼びが登録されたとすると，今や下層に待機する利用可能かごがいないため，他の帯域に待機している利用可能かご，すなわち上層利用可能かごである4号機が下層降り需要帯域に割当てられ，下層まで直行した後下層内の降り呼びに順次サービスする。

図3.には降り呼びに対するかごの割当て，及びサービスの仕方の一例が示してある。この場合も各かごの初期配置は図1.と同じであるとする。地下1階の降り呼びに対しては2号機が割当てられ，2階・4階の降り呼びには3号機が，また6階・7階の降り呼びには1号機がそれぞれ割当てられてサービスする。4号機は図2.で説明したと同様，1号機が需要帯域に割当てられた時点で上層利用可能かごとなって待機する。

3.2 混雑時の動作（PTC）

朝夕の出退勤時や昼食時間帯などには，各階からのエレベータ利用者が多くなり，満員通過や積み残しなどが起こることがある。このように交通が混雑した時には，需要帯域にかごを1台割当てしただけでは足りず，交通量に応じて複数台のかごを割当てる必要がある。ピークトラフィックコントロール（略称PTC動作（特許出願中））は，これら混雑する交通状態を早目早目に検出し，混雑する帯域のサービスを強化する動作である。

主階床地下需要帯域に割当てられ，1階に停止しているかごに昇り方向の客が数多く乗り込み，かご内が混雑し，積み残しや更にホールの混雑が予想されるようになると，主階床地下需要を登録し，新たにかごを1台割当て，1階からの昇り混雑に対処する。

また，降り需要帯域に割当てられてサービス中のエレベータのかご内が混雑してき，このかご1台でその需要帯域内のすべての呼びにサービスしようとすると，積み残しや満員通過が起こることが予測されるときには，新たなかごをこれら混雑する帯域に更に1台追加割当てし，混雑する降り交通にサービスする。

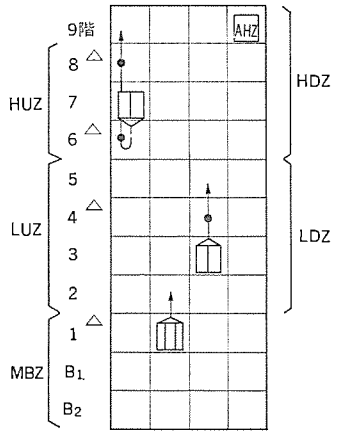
このようにPTC動作は，OS-75のユニークな基本動作と相まって，従来のASP-A方式における昇りピーク・降りピーク・昇り降り混雑のすべての交通状態において，より一層効率のよいエレベータサービスを行うことができる。

3.3 分割昇りピーク

事務所ビルなどで朝の出勤時に，玄関階からの昇り客が非常に高いピーク状態を示し，短時間のうちに極めて高い輸送能力が要求されると同時に，乗客の流れもほとんどが玄関階から各階床へという単一性を示す場合には，従来方式において用いられている分割昇りピーク運転が適用される。

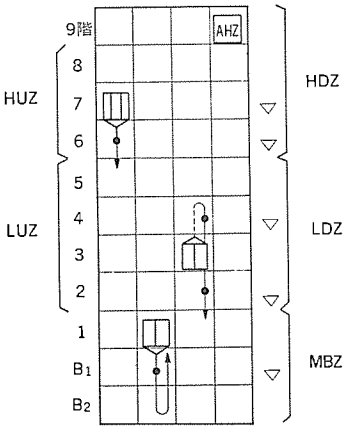
3.4 主階床パーキング動作

エレベータ交通においては，玄関階である主階床と，上方階とを行き交う交通が大部分を占めており，主階床にもどって待機するエレベータもかなり多い訳であるが，特にホテルなどのように，主階床に対するサービスが非常に重要視されるビルにおいては，主階床パーキング動作を設けることが望ましい。もちろん必要に応じホテル以外の他のビルにも適用するこ



#1 上層昇り需要に割当てられ6階へ直行し方向反転して昇り呼びにサービスする
#2 主階床地下需要に割当てられその階で戸開きし1階の昇り呼びにサービスする
#3 下層昇り需要に割当てられ昇りサービスを開始する
#4 #1が需要に割当てられ帯域指名を失なったので上層利用可能かごとなって待機

図2. 昇り呼びへの応答



#1 上層降り需要に割当てられて7階の降り呼びよりサービス開始
#2 主階床地下需要に割当てられ地下呼びにサービス
#3 下層降り需要帯域に割当てられ4階へ直行し方向反転して降り呼びにサービスする
#4 #1が需要に割当てられ帯域指名を失なったので上層利用可能かごとなって待機

図3. 降り呼びへの応答

とができる。

この動作は，需要がなくなった時点でかごを1台主階床にもどして待機させるもので，そのため他の需要帯域に対するサービスを低下させることなく，ビルへの入館者に対して極めて高いサービスを提供することができる。

3.5 分散待機動作（特許出願中）

この動作は，3.4節の主階床パーキング動作とは逆の動作であり，閑散時のかごの待機状態がサービス階の一方向に固まった場合，かごを各需要帯域に分散して待機させるものである。

すべてのかごが利用可能かごとして待機する閑散な交通状態になったとき，帯域内に待機する利用可能かごがいないと，それら待機かごがいない帯域にかごを1台割当て待機させる。

この動作は，特に急行区間があるようなエレベータバンクに有効で，地上階に乗場呼びが登録されたとき，分散待機している地上階の利用可能かごが割当てられ，極めて短い待時間でサービスすることができる。

4. OSシステム75の特徴

割当方式OS-75の特徴を，一周運転を基本にした従来方式ASP-Aと比較しながら説明する。

4.1 割当方式採用によるサービス効率の向上

OS-75では，エレベータのサービス階を複数の需要帯域に分割し，一方かごは最終呼びに答え終わった階で戸を閉めて待機する。そして乗場呼びが登録されると待機しているかごを1台割当て，それらの呼びにサービスさせる。

従来の一周運転方式では，かごは上下両出発階から時隔出発し，走行方向前方の呼びに順次サービスしながら他方出発階まで走行する。したがってOS-75では従来方式のように，途中答えるべき前方呼びがなくなっても出発階まで走行しなければならないというむだ時間がなくなり，また，呼びの分布，すなわち交通需要に応じたかごの配車ができるため，すべての呼びに対し極めて短い待時間でかつ全階にわたって均等なサービスができるのに対し，従来方式では両端の出発階における出発制御が主体になっているため，各階ごとのサービスに不均衡が起こりやすい。

これまでの種々のシミュレーションの結果，ビジネスアワーの交通状態における平均待時間は10～20%短縮し，50秒以上待たされる呼びの数も30～50%減少させることができた。(いずれも当社ASP-A比)

4.2 先発かご・非先発かごの区別廃止（特許出願中）

OS-75は主階床においてはもちろん，すべての階においてかごの割当制御を行うため，従来方式のように主階床における先発かご・非先発かごの区別をする必要がない。

主階床に停止し，戸を開くかごはすべて昇りホールランタンを点灯し（地下呼びに答える場合は降りホールランタンを点灯）乗客の乗り込みを誘導する。したがって待客は先発かごを選んで乗る必要がなく，中間階と同じようにホールランタンの点灯方向だけを注意して乗り込めばよい。

このため，従来のように誤って非先発かごに乗り込み先発かごに乗り換えたり，先発かごに選ばれるまで長く待たされたり，という煩わしさや不快感がなく乗りやすくなる。

表 1. OSシステム75の特徴

乗客サービスの充実	1. 割当方式導入による即時出発方式の採用 2. 1階でどのエレベータにも乗り込み可能 3. 乗場ボタンによる戸反転動作の採用
性能の向上	4. 平均待時間が10～20%短縮 5. 50秒以上の長待呼が30～50%減少 6. 単一パターン採用による高効率運転が可能 7. 営業運転後の調整が不要

4.3 即時出発方式の採用（特許出願中）

OS-75では割当方式を採用することにより，主階床からもすぐに出発する即時出発方式が可能になった。

従来方式では，かごとかごとの間の時間的間隔を等しくとることにより確率的に，全階の呼びに短時間でかつバランスよくサービスしようとしているため，出発階における先発かごの選択・出発時間調整のための待機が必要になる。

そのため正しく先発かごに乗り込み，かご呼びを登録したとしても出発時間がくるまでの間乗客はかご内で待たなければならない。この時間は前にも述べたように，一周運転を基本にした従来方式では必要不可欠であったが，かご自体としては何ら有効な働きをしていないむだ時間であると同時に，乗り込んだ人にとってはなかなか出発しないために待ち遠しく，いらいらする原因となる。

即時出発方式を採用したOS-75では，これらむだ時間の有効活用による実質的なサービス向上が計れると同時に，乗客に対する心理的なサービスも飛躍的に向上させることができる。

4.4 乗場ボタンによる戸反転動作（特許出願中）

OS-75では，かごが出発するため戸を閉じつつあるとき乗場に到着した人が，そのかごの走行方向と同方向の乗場ボタンを押すと，閉じつつある戸は直ちに反転して開き，遅れてきた人にもサービスする。

この動作と4.3節の即時出発方式の採用により，従来乗合方式エレベータとASP-A方式とで異なっていたドア管制・出発管制が全く同一となり，エレベータ利用者は何ら途惑うことなく容易にどのエレベータでも利用することができる。

4.5 単一パターン方式

OS-75では朝の出勤時を除き運転パターンをすべて廃止し，単一パターン方式とした。

従来方式では複数の運転パターンを設け，この運転パターンをその時々の交通状態に応じて切換えかごを管理していた。そのため従来方式では運転パターンの決定がサービス効率上極めて重要な要素の一つであり，建物に合った運転パターンが装備されていない場合や，適切な運転パターンが装備されていても，交通状態判定時のサンプリング時間のためパターン移行に遅れを生じることがあり，交通状態とかご制御との間にズレが生じやすかった。

OS-75では独得の割当方式を基本に，交通状態の変化に柔軟に適合する単一パターン方式を採用したためこのような不連続制御がなくなり，常に交通需要に見合った必要最小限のかごを乗場呼びの分布に応じて分散配車するので，合理的かつ遅れのない柔軟なサービスを提供することができる。

4.6 営業運転後の出発時間調整不要

OS-75では即時出発方式の採用により営業運転後の出発時間調整が不要である。

従来方式では，かごとかごとの間の時間的間隔を等しくとるための出発時間は，エレベータサービスの全体効率を考える上で必要不可欠のものであり，出発時間が狂うとエレベータサービスも悪くなる。したがって建物におけるエレベータ交通が変動した場合（例えばテナントが変わったときや，1社の占める階床数が変化したときなど）には再び

基準の出発時間を調整し直す必要があった。

しかしながらOS-75は，常に呼びの分布に応じてかごを分散配車するシステムで出発時間をもたないため，営業運転後の調整は全く必要なく，無調整でビル内交通の変化に応じ常に最良の運転効率を発揮できる。

以上OS-75の特徴を列記したが，従来から指摘しているように，台数が多い場合の乗場インジケータの設置は，エレベータ利用者をまごつかせ乗りにくくする恐れがあるため設置しないことを推奨しているが，割当方式を基本にしたOSシステムでは前に説明したように，全体サービス向上との兼合いから必ずしも途中の乗場呼びに停止するとは限らず通過することがあるため，1階や乗り継ぎ階を除いてインジケータを極力設置しないことが望ましい。

5. 会話形エレベータ群管理シミュレータEGGS

5.1 EGGSの特徴

エレベータ群管理方式の性能評価にはコンピュータシミュレーションを用いるのが普通であり，これまでに国内国外で多数の群管理シミュレータが開発されている。しかしながら，それらに共通して言えることは特定の群管理方式だけをシミュレートする専用形であること，シミュレーション開始から終了までの間はコンピュータまかせで，人間が介入する余地のないバッチ処理形式であること，などである。したがって，ほぼ完成に近い群管理方式を種々の交通状態でシミュレートし評価確認するためとか，個々のビルの設備計画をあらかじめ検討する設備計画用シミュレータなどには適していると言えるが群管理方式の開発や改良に使う場合には下記の事情によってバッチ形式では機能的に不十分な点があった。

優れた群管理方式を生み出すには骨格となる基本構想が重要なことは言うまでもないが，それとともに乗客に対してきめ細かく配慮の行き届いたものにするために，各種方式案を細部にわたって評価し，その問題点を改良し，また評価する，という地道な反復作業を中心とした実用化技術もそれに劣らず重要である。一般的にはこのような反復回数が多いほど性能は向上するので，この反復の速度を上げることにより，短い期間で性能の高い群管理方式が得られることになる。したがって，シミュレータをこの反復過程で利用する場合，方式案の提示からその評価結果を得るまでの期間ができるだけ短いもののほうが有効である。

EGGSはこのような背景のもとに開発されたもので，下記の特徴によりシミュレーションの効率化を図っている。

(1) シミュレーションの途中経過がグラフィックディスプレーに視覚的・直観的には(把)握しやすい形で表示されるので，シミュレーション中の群管理方式の問題点をその原因を含めて分析でき，改善策に結びつけることができる。

(2) シミュレーション中にオペレータが介入して指示する会話機能を持つので，群管理方式を完全にプログラム化しなくても，人間がその分を代行することによりシミュレーションが実行できる。したがって，プログラム作成に要する時間と，オペレーションの繁雑さを比較して有利なほうを選ぶことができる。

(3) プログラムのモジュール化により，シミュレータの大部分は標準化され，群管理方式だけをプログラムすればよいので，プログラム作成が比較的容易である。

5.2 ハードウェア

ハードウェアの外観を図4.に示す。《MELCOM》70（ミニコンピュータ）

図4. 会話形エレベータ群管理シミュレータEGGSの外観

を中心として，グラフィックディスプレー，ハードコピー装置，カートリッジディスク，カセット磁気テープなどにより構成されている。

5.3 ソフトウェア

EGGSのソフトウェアを操作順序に従って説明する。併せて，グラフィックディスプレーの画面表示例も示す。

(1) 前処理

シミュレーションの対象となるビルの構造（階床数，かご台数など），エレベータの仕様（定格速度，定員など），シミュレーションの初期状態（かご位置，呼びの有無など），その他シミュレーション開始に先立って必要な情報を初期条件設定プログラムにより準備する。更に，同じビルを対象にしても出勤時や昼食時など時間帯により乗客の発生状況は多様に変化するので，そのような各種交通パターンに対応する乗客データを乗客発生プログラムにより作成する。

(2) シミュレーションの実行

初期条件データを設定した後にシミュレータ本体を始動する。シミュレータ本体は基本シミュレータ，群管理プログラム，及びマンマシンインタフェースプログラムにより構成されている。

基本シミュレータはかごの始動・走行・減速・停止，ドアの開閉，乗客の乗降，呼びの発生など，エレベータ固有の機能を担当する。群管理プログラムは評価の対象となる群管理方式特有の機能（例えば割当方式など）を記述した部分で，基本シミュレータから呼びの発生状況やかごの状態情報を読み取り，群管理上の判断を加えた後に適当な指示を基本シミュレータに送る。このように基本シミュレータと群管理プログラムを完全に分離することにより，群管理方式をプログラム化する場合，プログラム作成上の負担を必要最小限にとどめることが可能となる。

マンマシンインタフェースプログラムは，シミュレーション中の画面表示と，オペレータとの会話の機能を担当する。オペレータはグラフィックディスプレーに表示される画面を通じて，シミュレーションの途中経過を観察することができるので，必要に応じてキーボードから指示を出して，かごの動きを操作したり，乗客を用意されたデータ以外に発生させたりすることができる。この機能によって，群管理方式上の不備をその場で修正することができる。また，詳細な仕様が確定していない群管理方式を，未確定の部分のプログラムを省略してオペレータが代行することにより，シミュレーションしながら完成させて行く，いわゆるCAD (Computer Aided Design) も可能になる。

図5.はOS-75のシミュレーション中の画面表示の一例である。グラフィックディスプレーを用いているので，図形的な表現が可能であり，そ

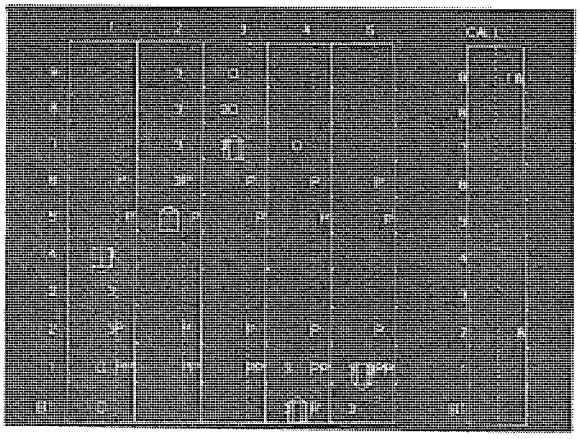


図 5. シミュレーション 中に表示される画面

れだけ直観性に富む画面構成がとれるようになった。この例では サービス階床は地上9階・地下1階，サービス 台数は5台であるが，階床数や台数は可変であり，急行ゾーン をとることもできる。画面中の，各かごの昇降路相当部分にはかご位置，運転方向，戸の開閉状況，かご呼び，割当状況などが，右側の欄には乗場呼びの発生状況が表示される。なお，かごの運転方向と戸の開閉状況は図 6. のような表現形式をとっている。

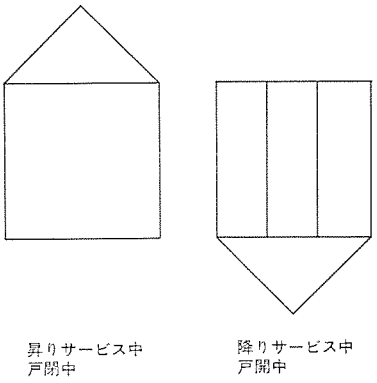


図 6. かごの状態表示の例

(3) 後処理

シミュレーション 終了後に各種の記録をとるが，このときにも グラフィックディスプレー が利用される。

図 7. はかごの動きと乗客の発生状況を示す運行 ダイヤグラム 画面の一例である。この画面では縦軸は ビル の階床位置で，横軸は シミュレーション 開始時点からの経過時間になっていて，その間のかごの動きと，乗客の発生階床及び目的階床が表示されている。運行 ダイヤグラム は シミュレーション 中の表示画面に比べて情報を集約しているので，シミュレーション 終了後に 群管理方式の問題点を詳細に検討する場合に適している。

図 8. は OS-75 の シミュレーション 結果の待時間の累積度分布を示すものである。画面上部は待時間の平均，分散，最大などの値の統計表であり，全乗客，昇りだけ，降りだけ，1階昇りだけなどに分けられている。画面下部は待時間の累積度分布を示す グラフ である。この例では平均 11 秒，最大 47 秒，30 秒以下の割合が 93% で，非常に良好な サービス 状態であると言えるが，このような統計的な判断を下すには階床別の分布を検討したり，他の統計量についても調べる必要がある。このために外にも各種の統計処理 プログラム が用意されている。

なお，運行 ダイヤグラム や統計 データ は必要に応じて ハードコピー をとって保存することができる。

5. 4 EGGS の開発効果

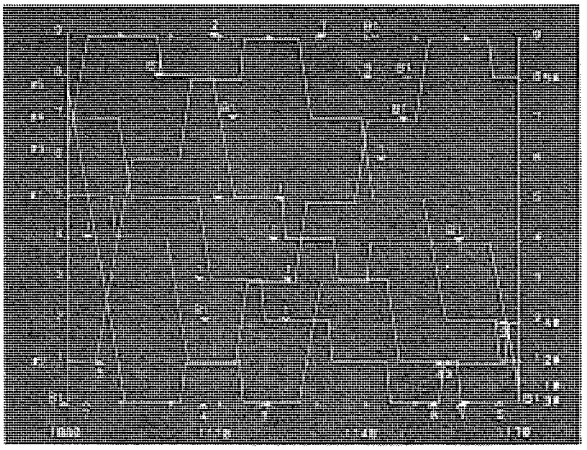


図 7. 運行 ダイヤグラム 画面

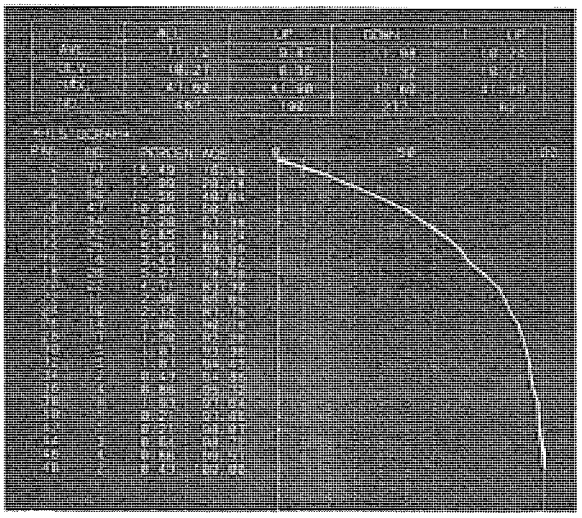


図 8. 待時間累積度数分布画面

EGGS は グラフィックディスプレー を用いていること，会話機能を持つこと，などの特徴により，群管理方式に関する未整理の アイデア を シミュレーション しながらみがき上げて行く CAD システム として，従来の シミュレータ に比べて大幅な進歩を遂げていると言える。このため短い期間に多数の アイデア を十分評価改良することが可能となり，最終的に高性能の群管理方式が得られやすくなった。

6. む す び

従来の一周運転を基本にした方式では，上下両出発階で エレベータ の出発管理を行っていたため，乗客は先発かごを選んで乗り込む必要があったり，また，乗り込んでからも出発時間が満了するまでの間待たなければならないなど，エレベータ 利用者にとって煩わしさや，機械に振り回されているというような疎外感があった。

OS-75 では割当方式の採用により，従来方式のこれらの問題点を解決し，待客は到着した エレベータ の走行方向だけを間違わずに乗り込めばよいようになった。すなわち OS-75 は，群管理方式としては従来方式に比べて，より高度化された方式を採用しているが，エレベータ 利用者にとっては，最も単純化された利用しやすい エレベータ システム であるといえる。

なお OS-75 においても，朝の出勤時における輸送能力は従来方式と同じであり，エレベータ の設備台数は，出勤時に要求される輸送能力を十分考慮して計画することが肝要である。

中速ギヤレスエレベータの新制御方式 —ダイヤグライドGLエレベータ—

釜池　宏*・米本正志*

1. まえがき

一般にエレベータが具備しなければならない条件は，先に当技報[1][2]で紹介したように，

- ○戸開，戸閉時間が短く，始動時のむだ時間のないこと。
- ○乗心地よく最短時間で走行すること。
- ○停止ショックがなく，着床精度のよいこと。
- ○静粛で振動がなく意匠的にもすぐれていること。
- ○安全性，信頼性の高いこと。
- ○建物側への負担が少ないこと。

などであるが，最近の顧客の要求，社会的ニーズという点から，あとの2条件が特に重要であり，一層の向上が要望されている。

当社は，既に新宿住友ビルに納入した超高速用ダイヤグライドGL方式等においてこの要望に答えているが，この度，超高速エレベータに用いた最新技術を，定格速度が120～180 m/minの，いわゆる中速ギヤレスエレベータにも採用することにより，上記諸条件を満足し，更に従来より一層，安全性，信頼性を向上し，回転機を小形，軽量化した中速用ダイヤグライドGLエレベータを開発したのでここに紹介する。

2. 安全性，信頼性の向上

2. 1 安定した制御による安全性の向上

エレベータの良好な乗心地と高い運転効率を維持し，かつ通常運転時の安全性を向上させる方法は種々考えられるが，これを速度制御面から実現させるには，理想的な加速，減速特性，高精度な着床動作が負荷，温度の変動にかかわらず，長期間にわたって得られるようにすること，及びこれによってとびら(扉)の開閉動作との調和を維持することが重要である。

以上の点にかんがみて，当社は図1.に示すTFN形制御システムを開発した。以下にこの制御システムの基本構成を示す。

2. 1. 1 速度指令

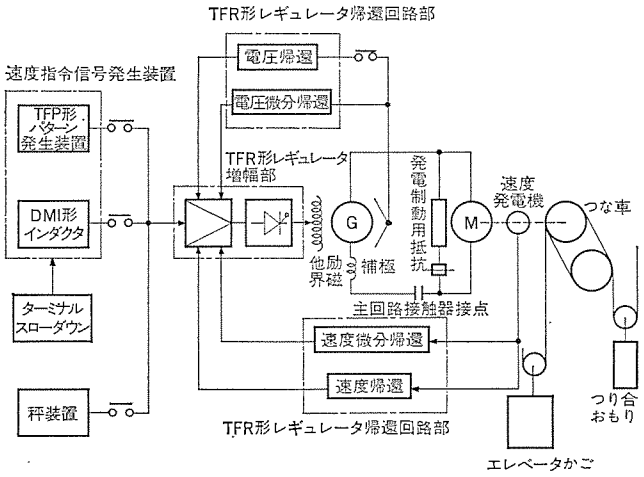


図 1. TFN形制御システム

速度指令信号発生装置として，図2.に示すTFP形パターン発生装置を開発した。この装置は半導体を使用し，温度ドリフトがほとんどないように構成されているとともに，定電圧電源から給電されているので，電源電圧変動の影響もなく常に安定した理想運転速度指令信号を得ることができる。

2. 1. 2 速度帰還

中速ギヤレスエレベータの速度帰還信号として，電圧降下補償回路により巻上電動機の逆起電圧を検出する方式が一般的であるが，この方式には温度ドリフトがあるため，十分な精度を期待することができない。TFN形制御システムにおいては，速度帰還信号発生装置として，超高速エレベータで使用した高精度でかつ温度特性のよい速度発電機を使用した。これによってエレベータは速度指令に対して精度高く追従する。

2. 1. 3 速度微分帰還

発電機並びに電動機の特性のドリフトを補償するために速度微分帰還ループを中速ギヤレスエレベータに採用した。発電機並びに電動機の特性ドリフトには，周囲温度変動及び自己発熱による電機子及び界磁の抵抗変化，負荷電流による電機子反作用，等が挙げられ，これらのドリフトが，制御系の過渡応答に悪影響を与えていたが，速度微分帰還ループにより上記ドリフトにかかわらず安定な過渡特性を実現することができた。

なお，前述の速度微分信号を得るためには，速度信号を微分しなければならず，このためにリップルの非常に小さな速度信号を発生させる必要がある。これを実現するためにリップル含有率の小さい速度発電機を採用し，更に速度発電機の駆動装置として，ゴムローラを巻上機の回転部分に押しつけて速度発電機を回転させる摩擦駆動方式を開発した。

2. 1. 4 電圧微分帰還

発電機並びに電動機の特性ドリフトの補償効果を更に高めるためには，前項で述べた速度微分帰還ループの増幅度を増大させればよい訳であるが，速度微分帰還ループは必然的に巻上ロープとかご，つり(釣)合おもり等からなる機械振動系を包み込んでいるので，増幅度をある程度以上増大させるとこれと干渉し，過渡特性が不安定になる。この傾向は昇降行程が大きくなる程顕著になる。

この問題を解決し，過渡特性の安定性に余裕を持たせるために電圧微分ループを設けた。このループは発電機の出力電圧を微分して帰還するもので，これにより前述した発電機の特性ドリフトを補償している。

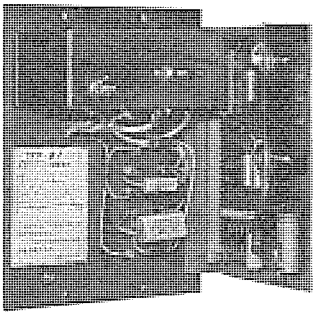


図 2. TFP形パターン発生装置

TFN形制御システムにおいては前記速度微分帰還ループと，電圧微分帰還ループの増幅度のバランスをとることによって，安定な過渡特性を実現するとともに後述する

* 稲沢製作所

発電機及び電動機の小形・軽量化に成功した。(特許出願中)

2. 1. 5 据付現場における調整の簡易化

エレベータが据付現場において調整段階にあるころは，ビル自身の建築工程も開館を目前に控え非常に忙しい時期である。したがって据付時の調整時間をできるだけ短くして，エレベータをできる限りビル工事のための使用に供することが要求されている。この点にかんがみてTFN形制御システムでは，工場におけるプリセット化を推進し，据付現場における調整箇所を減少させ，調整時間を短縮させた。

図3. は，ダイヤグライドGLエレベータの温度上昇前後の実測加速度曲線である。温度上昇試験は，過酷な条件で直流電動機及び電動発電機の温度が，絶縁材料から決まる限界温度上昇値に達するまで行っているが，図3. から分かるようにエレベータの加速度曲線はほとんど変化していない。

また，図4. に同じ温度上昇試験を行った時の，戸開き開始位置から，着床位置までのエレベータの走行時間の変化を示す。この変化も図から明らかなようにごくわずかであり，着床動作時のかごの動きの安定性を示している。

2. 2 きめ細かな安全回路

一般に半動体を使用した制御システムによって信頼性が向上し，前述のように高精度で安定した制御を行うことが可能になるが，反面，半動体は応答が速いので，もし制御装置が故障すると，短時間のうちにエレベータが高い速度になってしまう可能性がある。特にギヤレスエレベータのように高い定格速度を有するものにおいてこの傾向が顕著である。ダイヤグライドGL方式においては，この点にかんがみ，制御装置の信頼性を一層向上させるとともに，万一制御装置が故障した場合でも，乗客の安全を損なわぬために，法規で定められている通常の安全装置や関係方面から推奨されている種々の安全対策，装置の外に次の安全回路を付加した。

2. 2. 1 過速度，過電圧チェック (SP回路)

エレベータが扉を開いた状態で動く場合（例えば着床動作と戸開き動作を重ねて行うランディングオープン動作時，及び再床合わせ動作時等）の故障に対しては十分なる配慮を払わねばならない。

このためダイヤグライドGL方式では，図5. に示すSP回路を設けた。この回路は主回路接触器接点が閉じ，電圧検出用接点が開いているときは，いわゆる電圧降下補償回路を形成し，エレベータ速度に比例する巻上電動機の逆起電圧を検出している。

SP回路は，エレベータが着床すべき階の戸開ゾーンに達すると，図6. に示す過速度チェックを行い，所定の位置で速度が規定値以上でていると，電圧リレーSPが動作してエレベータを直ちに非常停止させるようになっている。

また，エレベータが乗場床から所定の距離以内にいることを検出するゾーンチェック回路が着床装置に設けられており，SP回路の過速度チェックと組合せて，乗場床近辺でのエレベータの動きを監視している。

これらの回路により，エレベータは乗場床の近辺において，戸開状態で運転中の故障時，乗場床から大きく離れることなく停止することが可能で，着床動作の安全性を高めている。

また，SP回路は電圧検出用接点を閉じて電圧降下補償回路のバランスを崩すことにより，図7. に示すように走行前のレギュレータのチェック及びはかり(秤)動作時の過電圧チェックも行う。つまり，エレベータ停止中に故障が起こり，発電機電圧が所定の電圧まで上昇すると，電圧リレーSPが動作し，以後のエレベータ走行を不能にする。秤動作時は，SP回路の検出感度を変更して，秤動作中の過電圧のチェックを行っている。これらの機能により，レギュレータの故障は事前に発見され，安全性を一段と向上させている。(特許出願中)

以上，SP回路の機能について概要を述べたが，故障時は急制動をかけることはもちろん，主回路接触器接点の開放により巻上電動機を発電機から切り放し，動作の確実性を増大している。

2. 2. 2 過加速度チェック

近年の高性能エレベータはほとんどがフィードバックタイプであり増幅度は非常に高い。TFN形制御システムにおいても，前述のようにタコゼネレータによる速度フィードバックを採用し，制御系の増幅度は精度を向上させるため，高い設定になっている。したがって，もしフィードバック回路などに故障が発生すると，急激な加速度が生じ，乗客に少なからぬ不安感を与える。この不具合を防止するために，OAD形過加速度検出器を設けた。

OAD形過加速度検出

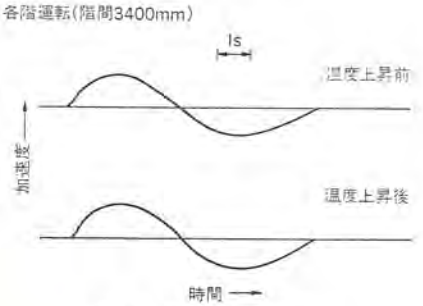


図 3. 実測加速度曲線

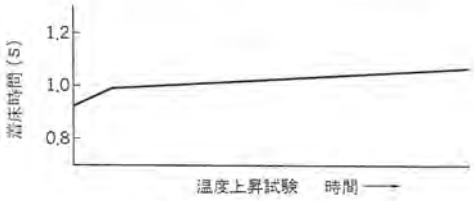


図 4. 着床時間変動

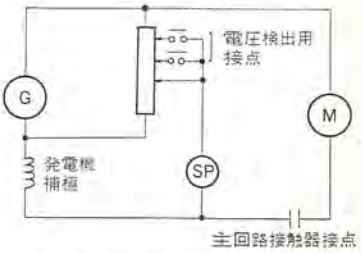


図 5. SP回路の原理図

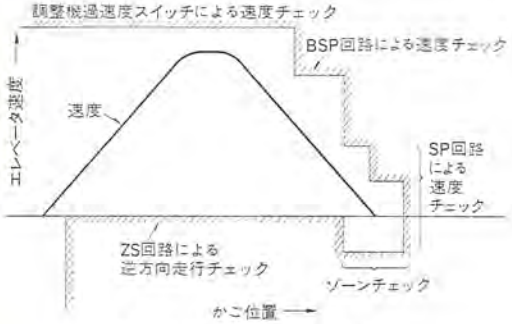


図 6. 速度及びゾーンチェック

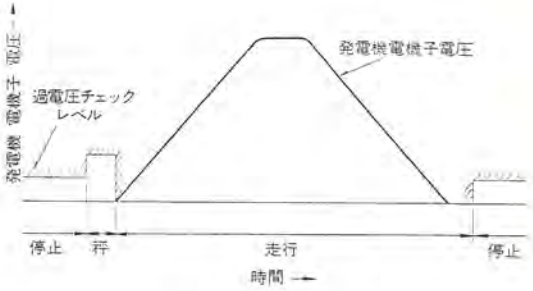


図 7. 過電圧チェック

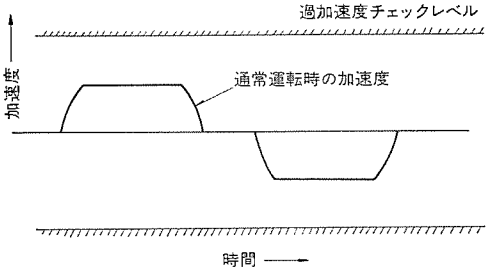


図 8. 過加速度 チェック

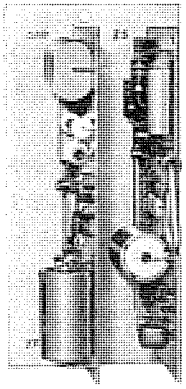


図 9. OAD 形過加速度検出器及び ZS 形逆方向走行検出器

図 10. 新形 エレクトロニック ドア セーフティ

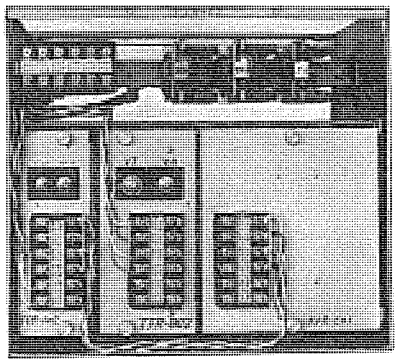


図 11. TFR 形 レギュレータ

器は1枚の半導体 ユニット に収められ，エレベータ走行中の加速度を監視している。図 8. に OAD 形過加速度検出器の動作域を示す。通常走行での加速度は，OAD 形過加速度検出器の動作加速度に比べて十分低いので検出器が動作することはない。ところが，もし制御装置が故障を起こし，加速度が所定値を越えると，OAD 形過加速度検出器が動作して巻上電動機を制御装置から切り放すとともに，所定の減速度で エレベータ を減速させるよう急制動をかける。

この OAD 形過加速度検出器は ランディングオープン 中の急激な加速度が出る故障に対しては特に有効である。この検出器は 2. 2. 1 項で述べた過速度 チェック より応答が早いので，より乗場床の近くに エレベータ を停止させることができ，安全性を向上させている。

2. 2. 3 逆方行走行チェック

エレベータ において，所望走行方行とは逆方向に走行するという故障がある。例えば，定格負荷で上昇運転中に速度制御が不能になり，エレベータ がいったん停止した後，負荷に引きずられて下降方向に加速するという場合である。一般的に走行 シーケンス と同方向に走行している場合は種々の安全装置が働くが，走行 シーケンス と逆方向に走行する場合の保護は手薄である。

このため，ダイヤグライド GL 方式では，ZS 形逆方向走行検出器を設けた。ZS 形逆方向走行検出器は1枚の半導体 ユニット に収められ，2. 2. 2 項で述べた OAD 形過加速度検出器 とともに，図 9. に示すような OAD 形過加速度検出器及び ZS 形逆方向走行検出器を構成している。

ZS 形逆方向走行検出器の動作域は図 6. に示すとおりであり，エレベータ が走行指令と逆方向に走行し始めると動作して エレベータ を非常停止させる。

2. 2. 4 バッファ衝突速度制限リレー (BSP 回路)

上述したように，ダイヤグライド GL 方式には通常の安全装置の外に，SP 回路，OAD 形過加速度検出器，ZS 形逆方向走行検出器などによるきめ細かな安全回路を設けて，制御装置の故障に対して万全の配慮をしているが，万一これらの安全回路が動作しなかった場合の最終的な バックアップ は バッファ (緩衝器) である。バッファ は乗客の安全を保証するように設計されているが，衝突時の衝撃を一層緩和するために BSP 回路を設けた。

BSP 回路は，2. 2. 1 項で述べた SP 回路と同方式の電圧降下補償回路である。電圧 リレー BSP の動作域は図 6. に示すとおり エレベータ が着床すべき階の手前所定距離に到達したときの速度があらかじめ設定された値以上であると，エレベータ を非常停止させる。

BSP 回路の採用により，終端階付近で制御装置が故障した場合でも，バッファ に衝突する前に エレベータ を減速させるので，バッファ に衝突した時の減速度を従来より約 30 % 減少することができた。

2. 3 扉の安全性向上 (新形 エレクトロニック ドア セーフティ)

扉の安全装置の一つとして，乗客が乗降中，戸閉動作になって，扉で乗客をはさみ込むのを防止するため，扉の先端に設けられている検出部が乗客に触れて戸反転を行う セーフティドアエッジ が，従来から設けられてきたが，上述のとおり乗客に触れてからしか戸反転動作を行わぬため，乗客に対して不快感，恐怖感を与える場合がある。

この不具合を解消するために，無接触で乗客の有無を検出し，戸反転を行う装置 (エレクトロニック ドア セーフティ) を既に開発し納入してきたが，このたび検出感度を大幅に改良するとともに，一層検出特性を安定化した新方式を完成させた。(図 10.) この新形 エレクトロニック ドア セーフティ により，扉の安全性を一段と向上させることができた。

2. 4 信頼性の向上

ダイヤグライド GL 方式は当社の豊かな経験を生かして完成したものであり，その設計製作には細心の注意を払うとともに，個々の使用部品にまで細かい検討が加えられている。

この結果 TFN 形制御 システム の心臓部とも言うべき，図 11. に示す TFR 形 レギュレータ の故障率は，従来の装置に比べ大幅に減少した。

更に，単に故障率が低いばかりでなく，万一の故障に際しても速やかに故障を除去することができるよう ユニット 単位の交換が可能な構造にしている。また，レギュレータ を発電機から切り放すとともに，低速で所望の方向に運転できる機構を付加し，レギュレータ の故障時に乗客の救出を スムーズ に行えるようにしている。

3. 建物側への負担の減少

エレベータ の建物側に与える負担は種々あるが，その中でも特に影響の大きなものとして機械室面積及び設備重量，ビル 電源設備への負担が挙げられる。これらを減少させる一つの有効な手段は，巻上機，電動発電機等，大形回転機の小形，軽量化である。

3. 1 巻上機の小形，軽量化

ギヤレスエレベータ の巻上機を小形，軽量化するために，巻上 シーブ の小

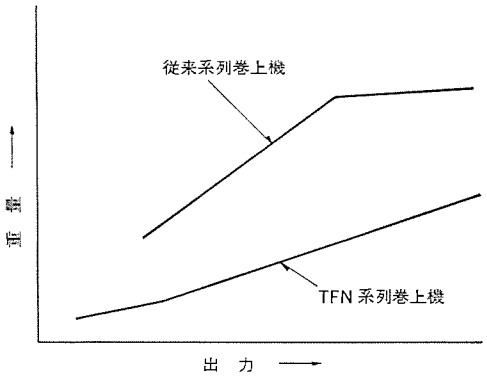


図 12. 巻上機の重量比較

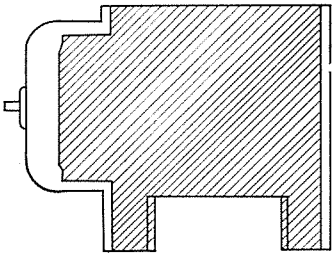


図 13. 巻上機の投影面積比較（斜線部分が TFN 系列巻上機）

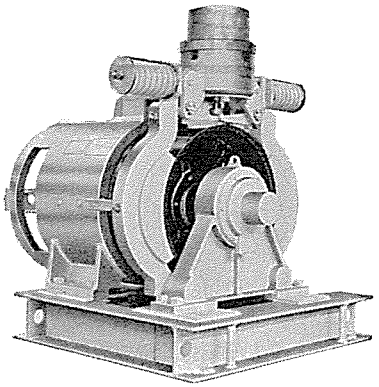


図 14. TFN 形巻上機

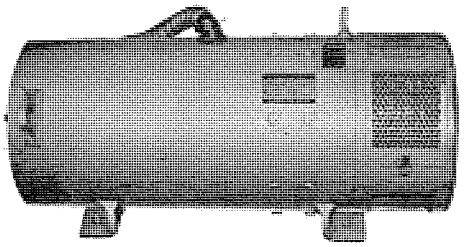


図 15. TFN 形 MG

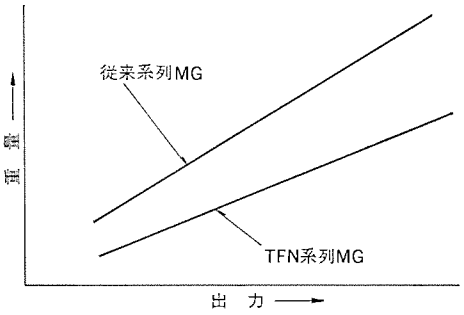


図 16. MG の重量比較

径化と，直流電動機の小形化が有効である。

直流電動機を小形化するには，電気，磁気装架をあげるとともに耐熱特性を改善するのが一般的な方法である。具体的には，電機子並びに界磁巻線の線径を下げ，主極の ギャップ を小さくし，絶縁階級を上げる方法を採る。しかしながらこのような方法で小形化された直流電動機は，電機子抵抗増加による機械的時定数の増大，並びに温度上昇による前記時定数の変動，電機子反作用による減磁，界磁抵抗の温度変化に伴う界磁磁束の変動等により，エレベータ として良好な過渡特性を得ることが困難であった。このため エレベータ 用の巻上機は電気，磁気装架を下げ，温度上昇を最小限に押さえる設計にならざるを得ず，これが直流電動機を小形化する場合の大きな制約事項であった。上記問題点の解決を，前述の TFN 形制御 システム の速度微分帰還 ループ によって実現した。すなわち，この速度微分帰還という マイナループ は，その ループ の中に直流電動機の諸特性を包み込み，これら特性の変化があっても制御系の応答に影響を与えなくしてしまうので，直流電動機を設計する上での特性上の制約がなくなり，その結果，直流電動機の体格を大幅に縮小することができた。

以上の外にも，シーブ の小径化など巻上機全体の総合的見直しを実施することによって図 12. に示すとおり，巻上機の重量を平均 30 %以上減少し，機械室への揚重を容易にするとともに，機械室受はり（梁）への要求強度を低減させた。

一方，機械室面積に大きな影響を与える巻上機の投影面積は，図 13. に示すとおり実質的に約 15 %減少させた。また図 14. に TFN 系列巻上機の外形を示した。ブレーキ 等の安全上重要な部分は適切な余裕をもたせてがんじょうに，他は コンパクト に設計されている。

3. 2 電動発電機の改良

電動発電機は，発電機と誘導電動機から成り立っている。このうち発電機は同じ直流機である直流電動機とほぼ同じ考え方で小形化した。

図 15. に TFN 系列電動発電機の外形，図 16. に従来機種との重量比較を示す。図から分かるとおり，平均で約 20 % 重量が低減されている。

一方，誘導電動機は小形化も重要であるが，ビル 電源設備への影響を十分考慮して設計する必要がある。ビル 電源設備に影響を与える要素として，始動電流，ピーク 負荷時の電流，定格電流，力率，効率等が挙げられる。エレベータ のように間欠負荷で，しかも ピーク 負荷が定格負荷に対して大きなものでは，上記要素のうち特に始動電流，ピーク 負荷時の電流の影響が大きい。これら電流を減少させるために，TFN 形 レギュレータ 増幅部に特別な回路を設け発電機の出力を制限した。これによって，誘導電動機への不必要に過大な出力の要求がなくなり上記電流を減少させることができた。特に始動電流は，従来機の約 20 % 減となり，非常用発電機の容量を20 % 減少させることができた。（特許出願中）

3. 3 その他

速度指令信号発生装置，制御装置の半導体化により，それ自身が小形になるだけでなく，従来必要であった リレー，コンタクタ 類が不要になった。また，昇降路の位置検出装置として採用した RKA 形近接 スイッチ は従来の近接 スイッチ のように電源部を必要としない。したがって制御盤内の レイアウト に余裕が生じ，昨今，ますます多様化する客先の仕様に，制御盤を大形化することなく応じ得る可能性を拡大させた。

4. む す び

以上に述べたとおり，中速 ギヤレスエレベータ 用 ダイヤグライド GL 方式は，最近の社会的 ニーズ に答え，安定した運転特性ときめ細かな安全回路により安全性の高い システム 構成になっているとともに，制御装置の改良により，回転機が小形，軽量化され，建物側への負担を減少させた。

この一文により当社 ギヤレスエレベータ に対するご理解を一層深めていただくことができれば幸いである。

参 考 文 献

(1) 高村ほか：超高速化の進む三菱 シンクログライドエレベータ，三菱電機技報，44，No. 8 (昭 45)

(2) 石井ほか：新宿住友 ビル 納め世界最高速 エレベータ の速度制御装置と安全装置，三菱電機技報，48，No. 12 (昭 49)

三菱新形乗用油圧エレベータ

矢田貝純弘*・榎本　篤*

1. まえがき

最近ますます深刻化しつつある都市部の日照権問題，観光地及び風致地区における環境保全のための建物の高さ制限などから，建物上部に機械室を設けなくてもよい小形乗用油圧エレベータの需要が急速に活発化してきた。油圧エレベータはこの外にも，建屋にかかる荷重が小さくプレハブ建築にも適すること，つり合おもりがないので地震時の安全性が高いこと，停電，故障時のかん(缶)詰救出が極めて容易であること，などの多くの利点をもっており，我が国でもその良さが改めて見直されつつある。このような情勢下で折しも建設省の関係機関である財団法人“住宅部品開発センター”主催による中層共同住宅用エレベータの競争設計で，当社は間接式油圧エレベータで応募して入賞した。このコンペ結果からも中層階用エレベータとして油圧エレベータがいかに注目され始めたかがうかがえる。

米国の例では，油圧エレベータの年間需要は全エレベータの60%にも達しており，その大多数が乗用油圧エレベータで占められている。一方，我が国の油圧エレベータは全エレベータの約3～4%程度であるが，前述のような社会的要請から中低層の事務所ビル，マンション，ドライブイン，ホテル，病院などのビルにおいて今後大幅な需要が期待できる。当社はこのような情勢に対処して，これまでの豊富な経験を土台に従来の油圧エレベータを徹底的に見直し，設計，製造，据付け，保守を一貫して合理化し画期的な特長を有する新形乗用油圧エレベータの開発を完了し，発売を開始したのでその概要を紹介する。

2. 三菱新形乗用エレベータの特長

良いエレベータとは，性能が実用上十分であり安全で扱いやすいこと，寿命が長く故障が少ないこと，維持費が少ないこと，据付スペースが小さく建屋にかかる荷重が小さいこと，コストが安いこと，納期が短いことなどであるが，当社はこのような基本的観点から，従来の製作実績に加えて，最近特に注目されている缶詰救出の容易性などを考慮し種々検討した結果，次の特長を有する製品を実用化した。

2. 1 間接式及び直接式の両方式を標準化

油圧エレベータの駆動方式には，油圧ジャッキを昇降路直下に埋設する直接式と，油圧ジャッキを昇降路の後壁に沿って立てる間接式の2種類がある。前者は昇降路スペースが小さくてすむ反面，地中に油圧シリンダを埋設するための穴堀りが必要であり，後者は穴堀りを必要としない代わりに昇降路スペースを若干大きく必要とするとともに，直接式に比べ機構がやや複雑でありいずれも一長一短がある。当社は建築側の事情によってどちらでも自由に選択できるように両方式を標準化した。

2. 2 かごサイズの標準化

品質の安定した製品をより安く，より早く顧客に提供するためには，あらゆる面で規格化，合理化が必要である。このためロープ式規格形エレベータ《エレペット》と同様に最も需要の多い範囲を対象に住宅用として定員6人及び9人用，一般乗用として定員6人，9人及び11人用を標準化した。かごサイズ（内のり(法)）はすべてロープ式規格形エレベータのJIS寸法を採用した。したがって三菱新形乗用エレベータは《エレペット》の油圧版とも言うべきものである。

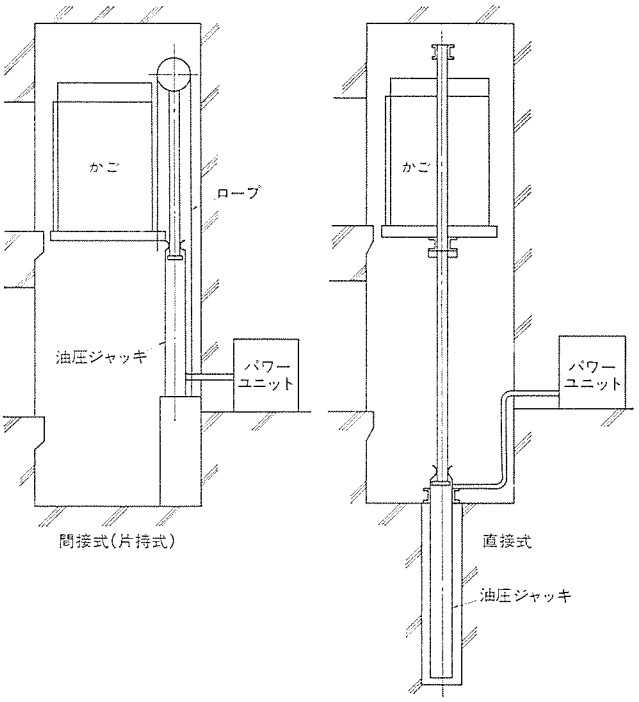


図 1. 駆動方式原理図

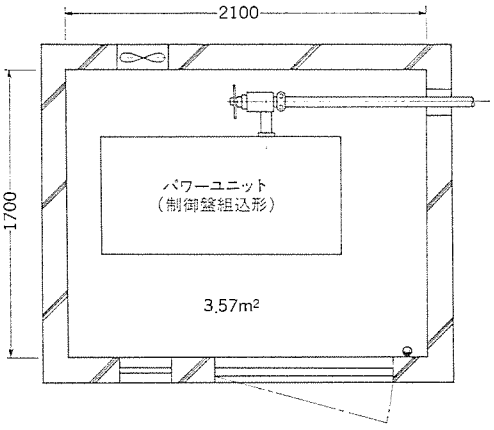


図 2. 機械室平面図

2. 3 据付スペースの縮小

2. 3. 1 機械室床面積の縮小

油圧エレベータの場合，機械室床面積はロープ式エレベータと異なり，法的に昇降路投影面積の2倍以上を要求されていないので，通常保守に差し支えない程度の広さが確保されていれば十分とされている。したがって機械室機器を小形化すればそれだけ機械室床面積を小さくできる有利性がある。このメリットを最大限に生かすべく検討を加

* 稲沢製作所

え，図 2. に示すように機械室床面積を従来の約 60% に縮小した。

2. 3. 2　昇降路オーバヘッド寸法の縮小

油圧 エレベータ は ロープ式 エレベータ に比べ，昇降路 オーバヘッド 寸法をその機構原理上小さくできる。新形乗用油圧 エレベータ では，かごわく(枠)構造の改良及びかご上機器の小形化により図 9. 及び図 10. に示すように オーバヘッド 寸法を従来より小さくして油圧 エレベータ の長所を生かしたので，この面でも建築側にとって受け入れやすい条件が整っている。

2. 4　かごの大幅軽量化とその効果

油圧 エレベータ はその原理から，かご及び プランジャ の全荷重を押し上げる必要がある。従来の油圧 エレベータ では，ロープ式 エレベータ とほとんど同じかご室及びかご回り機器を採用していたのでかご側総重量が重く，したがってその荷重に耐えうる プランジャ でなければならないので油圧 ジャッキ 重量もかなり大きいものであった。新形乗用 エレベータ では，かご枠，非常止，かご室，天井，かご回り機器のすべてにつき再検討し徹底した軽量化を図り，かご側総重量は従来の約 60% に低減させることができた。その結果次のような効果が得られた。

(1)　建屋の ピット 及び昇降路壁にかかる荷重の低減

(2)　電源設備容量及び電力消費量の低減

ポンプモータ 容量は表 1. のように従来より 1～2 ランク 小さくでき，これにより必然的に客先電源設備容量及び電力消費量を低減できた。

2. 5　据付工法の合理化

従来油圧 エレベータ の据付時間は，ロープ式規格形 エレベータ のそれと比べて約 2 倍近くかかっていたが，ほとんどすべてにわたって見直しを行い据付時間及び据付費の大幅削減を達成した。その主な項目は下記のとおりである。

(1)　油圧 ジャッキ の搬入，据付工法

(2)　配管接続方式

(3)　昇降路配線の合理化

(4)　パワーユニット と制御盤の工場における一体化

この中で特筆すべきは油圧 ジャッキ の据付時間が，ほぼ半減できたことである。長尺油圧 ジャッキ は運搬上の取扱いが面倒で，しかも昇降路の搬入口確保のため事前に建築側と綿密な打合せを要し，建築工期の進展状況に左右されやすかった。このような煩わしさを解消するために，昇降行程が一定限度を超えた場合，2 分割又は 3 分割として 1 ピース当たりの長さを制限して レール 並みの扱いで対処できるよう，分割 ジャッキ 方式を標準採用した。これとともに油圧 ジャッキ の現地組立てを容易にするため，ジャッキ の継手構造の改良及び据付 ジグ の研究を行い，油圧 ジャッキ 接続の標準手法を確立した。この結果，据付現地での油圧 ジャッキ の接続に要する時間はごくわずかとなった。この分割 ジャッキ 方式の採用は前述の問題点が解決され，建築側及び エレベータメーカ の双方にとって益するところ極めて大である。

表 1.　ポンプモータ 容量比較

用途	駆動方式	最大定員 (人)	容量 (kg)	速度 (m/min)	ポンプモータ出力 従来形 (kW)	ポンプモータ出力 新形 (kW)
一般乗用	間接式	6	450	30	15	7.5
				45	22	11
		9	600	30	15	11
				45	22	15
		11	750	30	18.5	11
				45	22	15
	直接式	6	450	30	15	7.5
				45	／	11
		9	600	30	15	11
				45	／	15
		11	750	30	15	11
				45	／	15
住宅用	間接式	6	450	30	15	7.5
	直接式	9	600		15	11

(／部分は標準品なしを示す)

2. 6　安全対策の充実

最近 エレベータ の安全問題が特に社会的関心を呼んでいる。当社はこれに対して種々の配慮を加え安全性の高いものとしているが，その中の一例として缶詰救出について紹介する。故障，停電などにより エレベータ が階床付近以外に停止した場合，エレベータ機械室で手動下降バルブ を操作すると，毎分 6 m 程度の速度で任意の下方階に着床させることができる装置が標準装備されており，缶詰救出を容易に行

図 3.　油圧 ジャッキ 据付状況

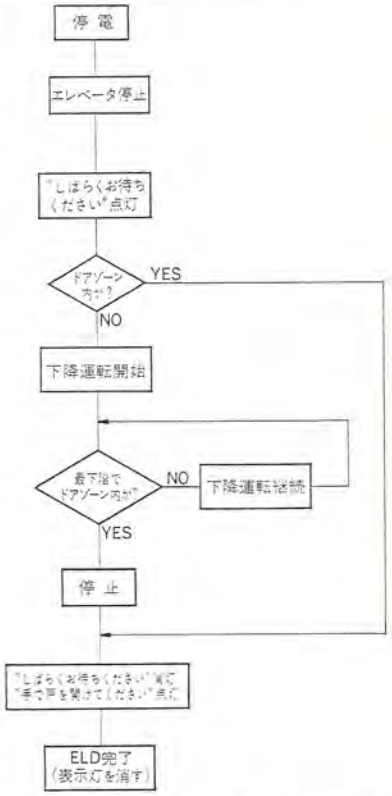


図 4.　停電時自動着床装置 (ELD) 動作図

うことができる。更に要望に応じて図 4. に示すとおり，停電のとき人手を煩わすことなく，自動的にかごを最下階に安全に着床させ乗客の救出ができる停電時自動着床装置 (ELD) を，油圧エレベータの特長を生かす方式を採用することでロープ式エレベータの場合に比し安価に供給できるように配慮している。

2. 7 コストの大幅な低減

これまで我が国では，一般に油圧エレベータはロープ式エレベータに比べてかなり割高であるとの通念があったが，あらゆる角度からメスを入れ合理化を行い，コストを従来の油圧エレベータに比べ大幅に低減することができた。その結果ロープ式エレベータのペントハウス建造費まで含めた建築側トータルコストで比較すれば，むしろ油圧エレベータのほうが有利の場合もあり得る。

3. 主要機器の概要

前述のようにほとんどすべての構成機器を新規開発したが，その主なものとして次の機器を紹介する。

3. 1 油圧パワーユニット，制御盤

油圧パワーユニットは，エレベータの縦の動きを制御する最も重要な部分であり，この特性によりエレベータの性能が左右される。

油圧パワーユニットの構成機器としては，ポンプ，ポンプ駆動モータ（以下モータと呼ぶ），圧油の流量を制御する流量制御バルブ，ポンプからの圧油の脈動を減衰させるサイレンサ，油圧パワーユニットの温度上昇を制限するラジエータなどがある。

油圧回路を図 5. に示す。図 5. は直接式を示しているが間接式でも同様である。エレベータが上昇指令をうけるとポンプが始動し同時に 2 個の上昇運転用バルブ（以下 UP バルブと呼ぶ）のソレノイドを励磁する。これにより UP バルブが閉じられて，圧油が下降運転用バルブ（以下 DOWN バルブと呼ぶ）を開いてサイレンサ，圧力配管を通り油圧ジャッキに流入する。UP バルブの背圧を調整することによりかごの加速，減速及び停止が行われる。

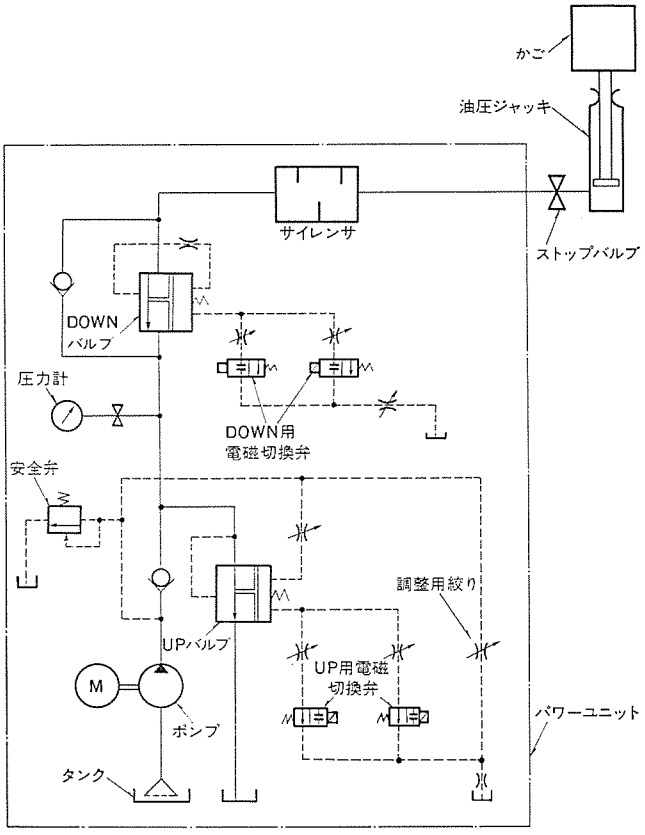


図 5. 油圧回路図

一方，エレベータが下降指令をうけると，DOWN バルブの 2 個のソレノイドが励磁されて背圧が減少することにより DOWN バルブが開く。油圧ジャッキからの圧油は，サイレンサ，DOWN バルブ，UP バルブを通過してタンクにもどりかごが下降する。DOWN バルブのパイロット圧を調整することで，かごの加速，減速及び停止が行われる。

ポンプは従来モータと直結されていたので，数種類のポンプと数種類の油圧ジャッキとを準備し，エレベータ速度に適合するようポンプと油圧ジャッキを組合せることで対処していた。新形乗用エレベータでは V ベルト駆動方式を採用することによってポンプの種類を縮減することができた。

制御盤は従来前面及び裏面の両方から保守することを前提に設計されており，相当の据付スペースを必要としたが，今回前面のみから保守できる構造を採用するとともに小形化を図っており，かごの大幅軽量化に伴う発熱量の減少による油タンク及び油圧機器の小形化，油圧パワーユニットと制御盤の一体化と相まって，機械室の床面積が前述のとおり大幅に縮小された。

油圧パワーユニットは，材料の見直し，構成機器の小形軽量化，加工組立作業時間の短縮などにより合理化を図った。また制御盤と油圧パワーユニットとを一体化することにより，その相互間を工場で結線することができ，据付時間の短縮を計っている。

3. 2 油圧ジャッキ

昇降行程が一定限度を超えると分割ジャッキ方式を標準採用していることは，既に述べたのでここではそれ以外の特徴について述べる。前記 3. 1 節で紹介したように，所定のかご速度を得るために油圧ジャッキの種類が数種類あったのを 1 種類に統一した。これにより油圧ジャッキの素材確保が容易でかつ，生産ロットも大幅に向上し，パッキンもわずか 1 種類でよくなった。単に種類の削減にとどまることなく，油圧回路の低圧化を図ることによりシリンダ，プランジャの薄肉化ができ，プランジャ素材に冷間引抜鋼管を採用し，センタレスグラインダにて高速研削加工を施すことで大幅な加工時間の短縮を計った。これらの成果により油圧ジャッキは，重量及びコストを従来品の約 50% に下げることができた。

パッキンについても当社独自の研究により種々改良の結果，緊迫力の小さい良好な特性を有する低摩擦パッキンの開発に成功した。直接

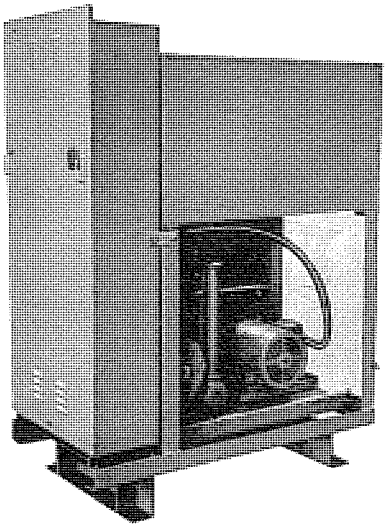


図 6. 油圧パワーユニット

図 7. かご室

式のシリンダ外面の防食処理についても，特殊な防食方法の確立を図った。

3. 3 かご枠

既に述べたように間接式，直接式ともそれぞれ徹底軽量化した剛性の高い新形かご枠を開発した。強度試験の結果も設計目標を満足しており，十分な強度を有していることを確認している。

間接式には，メインロープの破断によって作動するスラックロープ式非常止装置を採用している。

3. 4 意匠関係

かご，乗場とも定評のある三菱《エレペット》の意匠をほとんどそのまま取り入れているが，かご室については特に独自の工夫をこらし，かご室壁材に新化粧板を採用して，重厚さ，豪華さを保てる意匠及び構造としている。

4. 主要特性

4. 1 運転特性

油圧パワーユニットの調整は，従来据付現地で行われていたために，良好な特性を持っていても十分生かしきれない面があり，運転特性にばらつきがあったが，工場に出荷調整用シミュレータを設備し，現地の実用状態と同じ条件で十分調整して出荷できる体制を整えた結果，据付現地での油圧パワーユニット調整は不要となり，スパナ1本で各機器間の配管接続をするだけで設計性能が発揮でき，常に安定した運転特性が確保されている。またパッキンの特性に起因するかご始動時のとび出し現象に伴う始動ショックも，パッキンの改良により改善されており，極めてスムーズな加減速特性を有している。

かごが目的階に到着したときの着床精度は，上昇，下降方向ともに乗用エレベータとしては十分良好な特性をもっている。

4. 2 振動，騒音特性

4. 2. 1 かごの振動

従来は防振かご床を使用していたが，軽量化，コストダウンのため構造の簡単な固定床とした。しかし，かご全体の振動源及びその伝ぱ(播)経路を解析し，対策することにより固定床でありながら従来の防振床並みの良好な振動特性が得られた。

4. 2. 2 油圧パワーユニット振動の建屋への伝播

油圧パワーユニットには，ポンプ脈動を減らす高性能サイレンサが取付けられており，ポンプ，モータには防振対策が施されており，油圧ジャッキに至る配管の支持は，防振ゴムを介在して取付けられているので建屋への振動伝播は，ほとんど無視できる程度である。

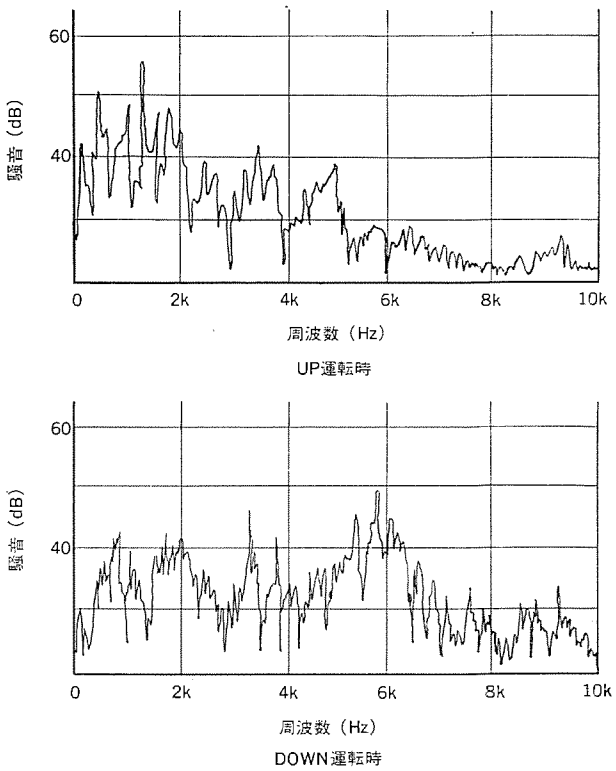


図 8. 油圧パワーユニット騒音周波数分析

4. 2. 3 機械室騒音特性

かご軽量化による押し上げ馬力の低減，騒音の小さい4極モータの採用，サイレンサの改良などにより騒音特性は従来品に比べて，大幅に改善されている。機械室内の騒音周波数分析を図 8. に示す。

5. 三菱新形乗用油圧エレベータの標準仕様

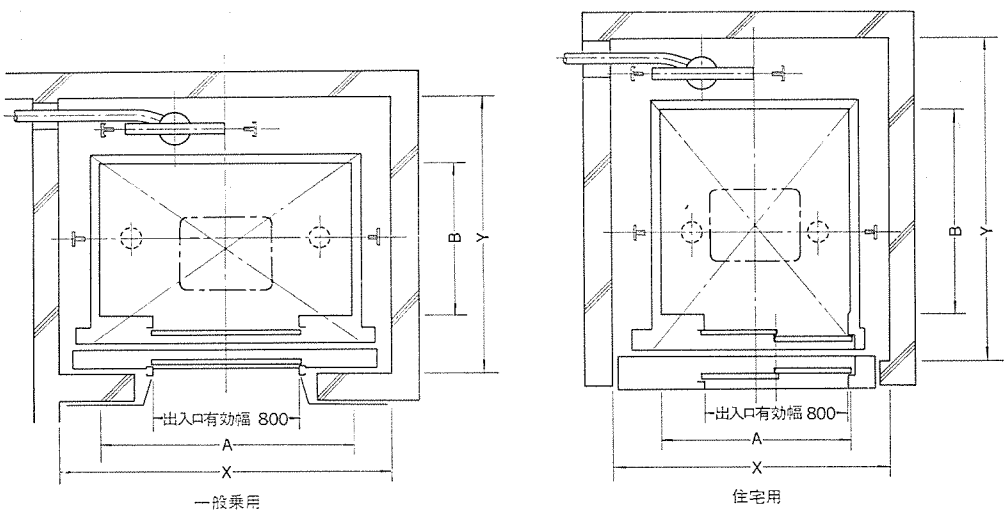
標準据付図，標準仕様を図 9. 及び図 10. に示す。

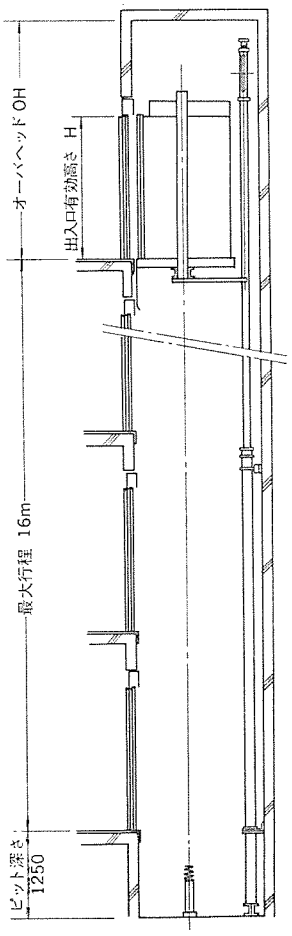
直接式の場合は，シリンダ埋設用の穴堀りが地盤の状況に左右されやすいこと及び穴堀り時期を建築状況に合わせて行う必要があるので，我が国の建築の現状では穴堀り不要の間接式のほうがより受け入れられやすい傾向がある。

乗用油圧エレベータは最大昇降行程が 16 m と低いため，いたずらに速度をあげても輸送能力がわずかしか向上しない反面，ポンプ容量及びモータ容量が著しくランクアップし，その結果騒音，電源設備容量，維持費，発熱量などが増大して経済的でない。したがって油圧エレベータとしての経済的限界がおのずと存在する訳であり，当社はこれらの事情を勘案して，中低層ビルを対象にする場合の最適かご速度を分速 30 m 及び 45 m とした。なお欧米の場合でも油圧エレベータのかご速度はほとんど分速 45 m 以下であることがそれを物語っていると言えよう。

6. むすび

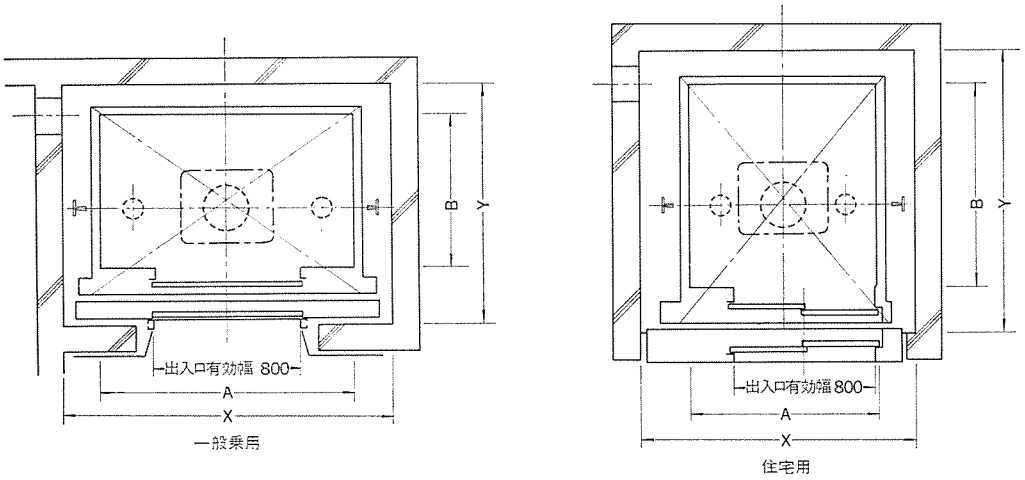
従来より格段に軽量化されたかごを採用し，油圧パワーユニット，油圧ジャッキをはじめとするあらゆる点で合理化された省エネルギ時代にふさわしいかずかずの特長を有する新形乗用油圧エレベータは機械室床面積が小さく，電源設備容量，維持費が少なく顧客にちゅうちょなく採用願える製品であり，必ずや我が国の乗用油圧エレベータの普及に貢献するものと信ずる。

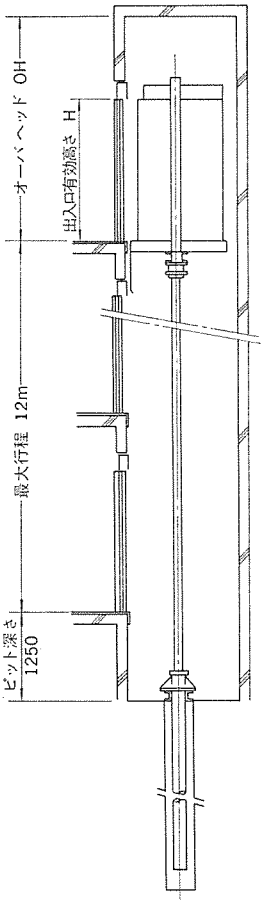




用 途	最大定員(人)	容量(kg)	操作方式	かご内法(mm) A	かご内法(mm) B	昇降路内法(mm) X	昇降路内法(mm) Y	出入口有効高さH(mm)	オーバヘッドOH(mm)	速 度(m/min)	ドア形式
一般乗用	6	450	セレクチブ	1400	850	1850	1550	2100	3350	30	2枚戸
	9	600		1400	1100	1850	1800			45	中央開き式
	11	750	コレクチブ	1400	1350	1850	2050				
住 宅 用	6	450		1050	1150	1600	1800	2000	3250	30	2枚戸
	9	600		1050	1520	1600	2200				片開き式

図 9. 標準据付図，標準仕様（間接式）





用 途	最大定員(人)	容量(kg)	操作方式	かご内法(mm) A	かご内法(mm) B	昇降路内法(mm) X	昇降路内法(mm) Y	出入口有効高さH(mm)	オーバヘッドOH(mm)	速 度(m/min)	ドア形式
一般乗用	6	450	セレクチブ	1400	850	1850	1350	2100	3200	30	2枚戸
	9	600		1400	1100	1850	1600			45	中央開き式
	11	750	コレクチブ	1400	1350	1850	1850				
住 宅 用	6	450		1050	1150	1600	1700	2000	3200	30	2枚戸
	9	600		1050	1520	1600	2100				片開き式

図 10. 標準据付図，標準仕様（直接式）

横断歩道橋用エスカレータ

飯田剛士*・本作芳英*・植木康雄**・神谷　隆***

1. まえがき

道路交通全般の安全対策のうち，歩行者の安全対策の一つとして昭和37年ごろから横断歩道橋が急ピッチで建設され，その結果，横断歩行者の事故は1/7に激減し，その効果の顕著なることを示している。しかし，自動車優先の歩道橋は歩行者に階段の昇降を強いる結果となり，人間を軽視するものとの世論が出始めて，一部で法廷問題にまで発展しているのは周知のとおりである。

最近，老人や体の不自由な人々から，もっと利用しやすい歩道橋を要望する声が強まっており，建設省関東地方建設局内に「エスカレータ設置委員会」が設けられ，詳細な検討の結果，試験的にではあるが歩道橋エスカレータの設置が実現することになった。

その歩道橋エスカレータの第1号機が昭和51年3月東京錦糸町駅前に据付けを完了し，同年4月開通した。このエスカレータは全天候屋外形であることのほかに，横断歩道橋用という特殊な使用状況にあるため，乗客に対する安全面運行管理面・機器の耐久性などにおいて，これまでのエスカレータにない特別の配慮が数多くなされている。本稿ではこのエスカレータについて紹介するとともに，その利用状況や評価についても述べる。

2. 仕様と特長

2.1 仕様概要

設置場所　東京・墨田区江東橋3丁目（錦糸町駅前歩道橋）

遠隔制御場所　東京・千代田区大手町・大手町合同庁舎第3号館（東京国道工事事務所・道路交通情報管理室）

設置台数　1基

基本仕様　形式　1200 KP形全天候屋外式

全長　16.64 m

階高　5.18 m

こう配　30°

速度　30 m/分 及び 22.5 m/分の2段速切換式

運転方向　上下可逆式

制御方式　遠隔手動制御方式とエスカレータ側手動制御方式の切換式

誘導電動機　13.5 kW/10 kW の2巻線

運転時間　平日　7：30～20：00

休日　8：30～18：00

設置場所周辺の概略図を図1.に示す。

設置場所として錦糸町駅前が選ばれた理由は，1日当たりの歩道橋利用者が14,000人と多いこと，駅前に広場がありエスカレータ設置のためのスペースが確保できること，エスカレータ取付けのための既設歩道橋の改造が容易であること，駅前交番や他の公共機関の協力が得られやすいこと，など構造的及び地理的要因による。これらの要因は設置に当たって重要なことである。

運転速度は，老人や体の不自由な人々にも，より利用しやすくするための配慮として22.5 m/分の低速度運転も可能とした。

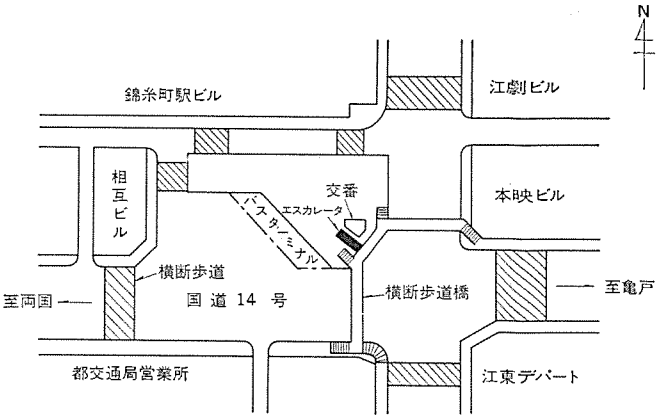


図1. 錦糸町駅前周辺概略図

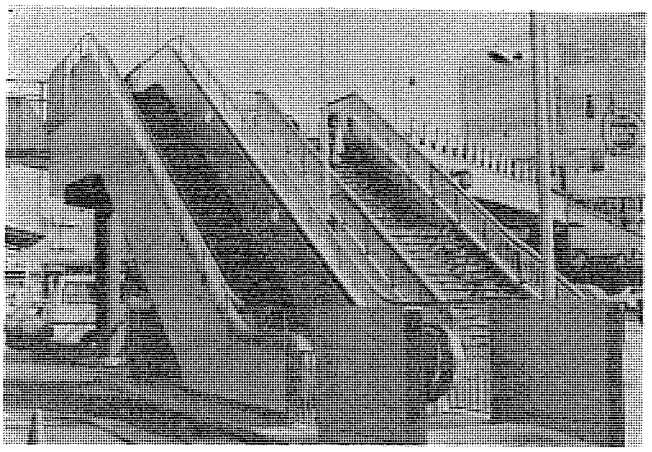


図2. エスカレータ全景

2.2 歩道橋用エスカレータとして考慮した点

全天候屋外形エスカレータは歩道橋以外にも設置しているので，ここでは歩道橋用であるが故に考慮した点につき紹介する。図2.にエスカレータ全景の写真を示す。

(1) 移動手すりの外側に落下防止さくを設けた。(4.1.5項参照)

(2) 乗降口の水平移動ステップ長さを約1 m（一般的には約0.6 m）とし，老人，子供，体の不自由な人々でも乗降を容易とした。

(3) 乗降口にしゃ断機を設けた。(4.3節参照)

(4) トラベルマーク付移動手すりを適用した。(4.1.3項参照)

(5) 中間部の直線部分にもスカートガード安全スイッチを設け，安全性の向上を図った。(4.1.4項参照)

(6) 移動手すりが異常にゆるんだり，万一破断した場合に感知する移動手すり安全スイッチを設けた。(4.1.4項参照)

(7) ITVによるテレビ監視ができるように夜間でも高い精度で見えるビジコンレンズを装備した遠方制御形テレビカメラを設置した。

(8) 遠方監視・遠方制御システムを導入した。(4.4.2項参照)

* 建設省　** 三菱電機(株)稲沢製作所　*** 同本社

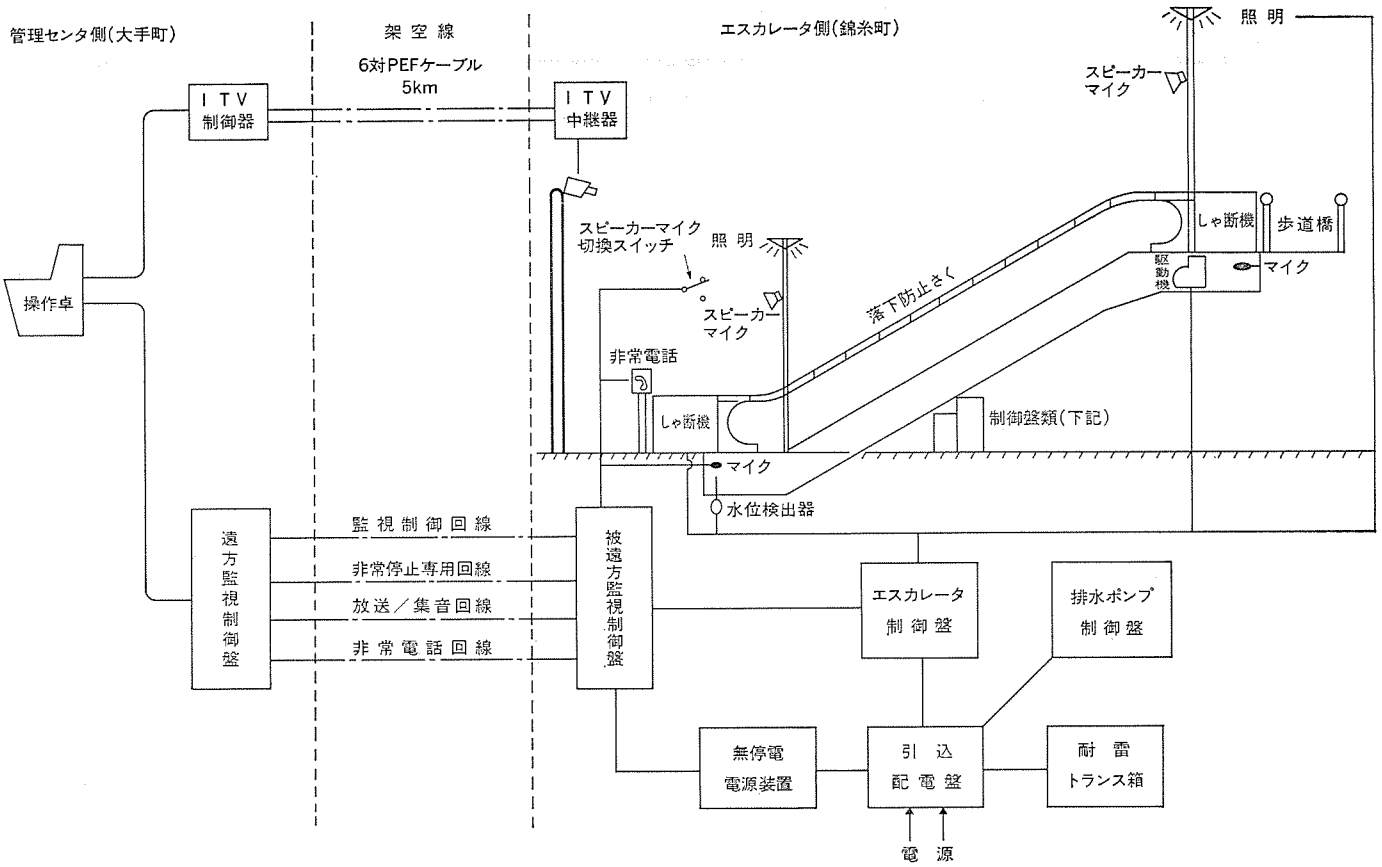


図 3. システム構成ブロック図

(9) 情報管理室直通の非常電話を設けた。(4. 4. 5 項参照)

(10) 放送・集音設備を設けた。(4. 4. 4 項参照)

(11) エスカレータ専用の屋外照明を設けた。(表 2. 参照)

(12) 無停電電源装置を設けた。(表 2. 参照)

(13) 耐雷トランスを設けた。(表 2. 参照)

(14) 下部ピット内に水位検出器を設けた。(表 2. 参照)

(15) 排水は江東デルタの低地のため強制ポンプアップ方式とした。

3. システム構成

歩道橋エスカレータのシステム構成ブロック図を図 3. に示す。このエスカレータには，大手町の情報管理室（以下管理センタと呼ぶ）と錦糸町（以下エスカレータ側と呼ぶ）の間に交通情報モニタ用の通信ケーブルが敷設されており，これを利用して遠方監視制御方式が採用された。

4. 機能説明

4. 1 エスカレータ本体

4. 1. 1 トラス

歩道橋のように欄干の左右どちら側にも風をさえぎる壁がない場合には，横風圧に耐えうるトラス構造とする必要がある。このエスカレータの場合，風上側の外側板で受ける風圧荷重を 200 kg/m², 風下側の内側板で受ける風圧荷重を 100 kg/m² として，構造解析を行いトラスの設計を行った。(横断歩道橋設計指針による風荷重を考慮した)

また，トラスは地震時や温度変化による伸縮や歩道橋自体の揺れなどにより，上下支点間に相対変位が生ずる。これを吸収するために上部支持点はしゅう(摺)動支持とし，かつ摺動時の摩擦抵抗を低くするためテフロン® パッドを使用した。歩道橋自体は強度の点からエスカレータ荷重を支持できないので，地盤から独立の支柱を立てて上部トラス底面を支持している。据付図を図 4. に示す。

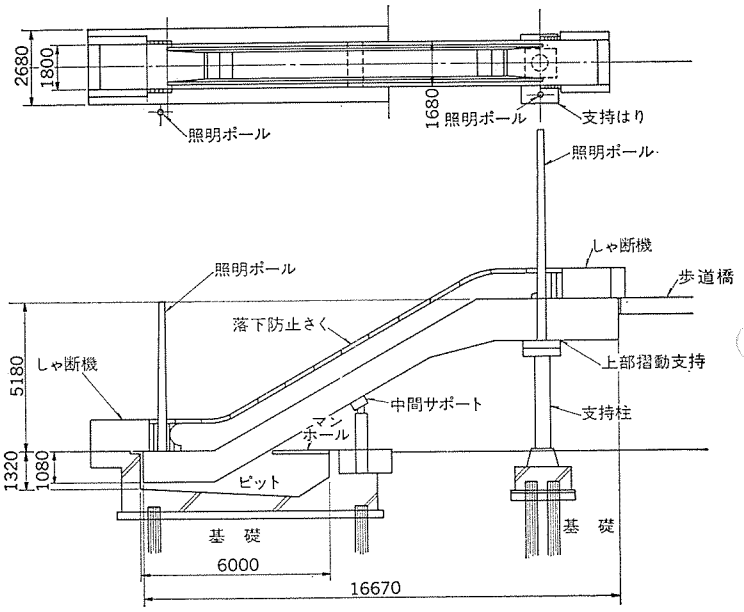


図 4. エスカレータ据付図

4. 1. 2 スカートガード

当社では従来より標準的にテフロン® を特殊コーティングしたスカートガードを採用しているが，登下校時に多数の小学生が利用するこのエスカレータでは事故予防に大きな効果が期待できる。このテフロン® の特殊コーティング技術（実用新案出願中）は，当社が開発したもので耐

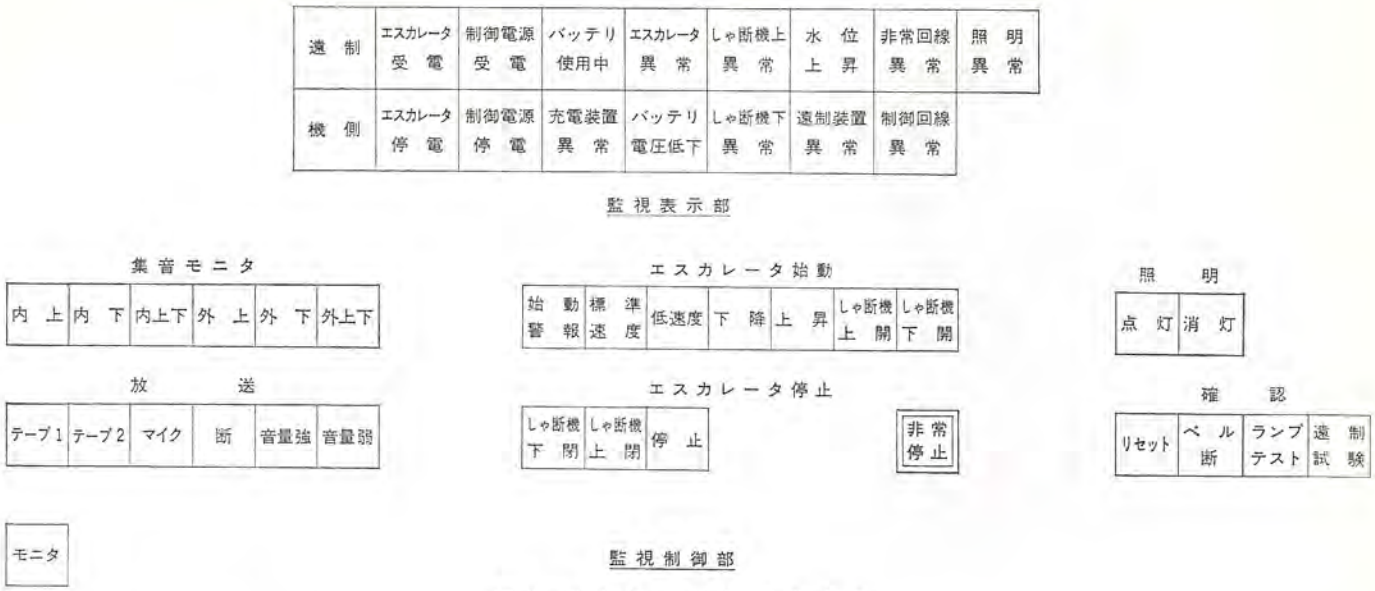


図 5. 操作卓の監視制御項目

表 1. 管理センタ側装置とその機能

装置	機能
操作卓	(1) 遠方監視……エスカレータの状態をランプ表示 (2) 遠方制御……操作ボタンによりエスカレータを遠方制御 (3) 集音モニタ……乗客の話声や機械の動作音をききとり異常のチェック (4) 放送……テープ又は肉声による注意放送 (5) 照明……強制消灯と自動点滅器による制御 (6) その他……遠制試験や停止時のリセット 以上の監視制御項目を図 5. に示す (7) 非常電話……エスカレータ側との専用通話 (8) ITV モニタ……エスカレータの状態を映像モニタ (9) ITV 操作部……エスカレータ側のテレビカメラを遠隔操作
遠方監視制御盤	(1) 操作卓の制御信号を符号変換し変調して伝送路へ送出 (2) 被遠方監視制御盤からの監視信号を復調，符号変換し操作卓に表示
ITV 制御器	(1) エスカレータ側の映像を受け，操作卓のテレビにモニタ (2) エスカレータ側のカメラのズーム，上下左右の首振り，ワイパの制御

摩耗性に優れ，長期間にわたって優れたすべり性能を維持できる。

屋外用として初めて採用したが，1年経過後も良好なすべり性能を維持している。

4. 1. 3 移動手すり

屋外形エスカレータの欠点の一つとして，移動手すりの寿命が短いことがあげられていたが，当社では永年の研究の結果，長寿命の屋外用移動手すりの開発に成功しこのエスカレータにも採用している。過去1年間の使用実績では，摩耗，亀裂，寸法変化などはなく良好に運転されている。また黒色の移動手すりの表面に運行状態が判別しやすいように白い丸印のトラベルマークを入れている。

4. 1. 4 安全装置

すべての安全スイッチは防じん(塵)防滴形を採用して，さびなどが発生した場合の動作ミス予防や絶縁抵抗の劣化による漏電に対処している。スカート安全スイッチは，上下部に4個のほか中央部にも4個の計8個を装備しており，前述のテフロン® 特殊コーティングスカートとともに乗客のスカート事故予防に細心の考慮を払っている。更に一般のエスカレータには装備していない移動手すり安全スイッチを装備して，移動手すりが著しくゆるんだり，万一破断した場合感知できるようにしてある。

図 6. 操作卓外観

4. 1. 5 落下防止さく

児童が移動手すりに馬乗りになったりしてエスカレータを遊び場としているような場合に，エスカレータの外へ転落するのを予防するため，高さ 200 mm の落下防止さくを設けた。全体の美観を損なわないようにステンレスわく(枠)に透明アクリ板を取付けたスマートなものである。(図 2. 参照)

4. 2 制御装置

エスカレータの運行管理に当たり管理時計を利用した自動運転方式が検討されたが，利用者の不慣れによるトラブルが不安であることから，今回の採用は見送られ，ITV を利用した遠方監視制御システムによる手動運転方式が採用され管理の省力化が図られた。

4. 2. 1 管理センタ側装置

管理センタ側に設置されている装置とその機能を表 1. に示す。また操作卓の外観を図 6. に示す。

4. 2. 2 エスカレータ側装置

エスカレータ側に設置されている装置はすべてエスカレータ下の路上設置である (図 7. 参照)。このため防水構造はもちろんのこと直射日光による盤内温度上昇を抑えるため“日除け板”を取付けた2重構造の盤としている。エスカレータ側の装置とその機能を表 2. に示す。

4. 3 しゃ断機

しゃ断機の外観は図 2. に示す。しゃ断機は夜間や点検時の休止中に階段代わりにエスカレータが利用されて，予期せぬ事故が起こるこ

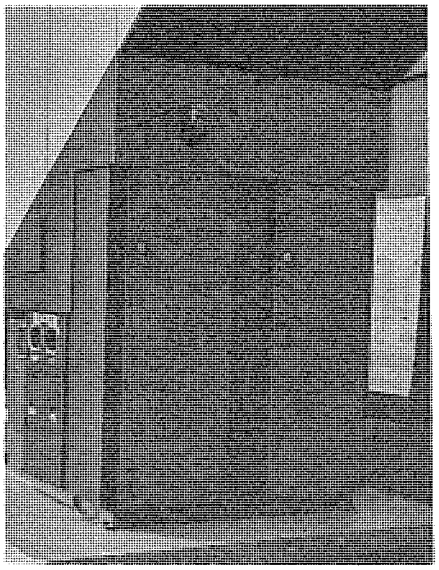


図 7. 路上設置盤面類

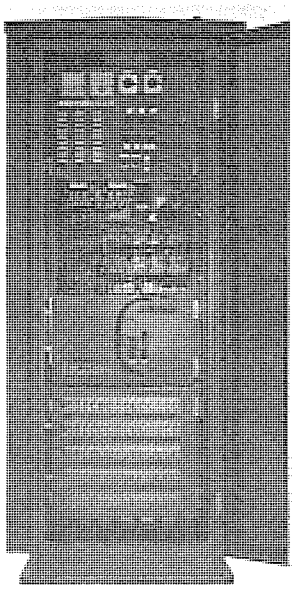


図 8. エスカレータ制御盤

とを防ぐ目的で，上下部の乗降口に設置している。

4. 3. 1　仕様概要

(1)　電動機　AC 100 V 単相 コンデンサモータ（トルクリミッタ付き）

(2)　位置検出　可調整 カム 検出

(3)　閉端ロック　電子 ロック（とびら(扉)全閉確認 スイッチ 付き）

(4)　扉　1,800 W×1,100 H×200 D の ステンレス 2 重張り

(5)　機　構　右勝手 スイング 片開き

(6)　開閉時間　約 5 秒

4. 3. 2　制御方法の特長

(1)　エスカレータ 停止中は，上下のしゃ断機は単独に開閉可能である。

(2)　エスカレータ が上昇運転中は，下しゃ断機は上しゃ断機が開いていなければ開くことはできず，上しゃ断機は下しゃ断機が閉じていなければ閉じることはできない。

(3)　下降運転中も同主旨の開閉 インタロック を取っており，乗客のい(蝟)集による事故を予防している。

表 2. エスカレータ 側装置とその機能

装　置	機　能
被遠方監視制御盤	(1) 遠方監視制御盤からの制御信号を復調，符号変換し，リレー接点に変換してエスカレータ制御盤へ渡す (2) エスカレータ制御盤からの監視信号を符号変換し変調して伝送線路へ送出
エスカレータ制御盤（図 8. 参照）	(1) エスカレータの始動，停止を始め，しゃ断機，照明など付帯設備を制御 (2) 監視信号を被遠方監視制御盤へ渡す (3) 安全スイッチの動作を“エスカレータ異常表示板”へランプ表示
引込配電盤	動力用 AC 200 V，3 φ と制御用 AC 200/100 V，1 φ を受電し，無停電電源装置，しゃ断機，エスカレータ，照明，ITV 装置，排水ポンプ盤へ配電
耐雷トランス箱	(1) 電源線からの雷サージを吸収 (2) 回路を浮かす (3) 半導体装置を使用している被遠方監視制御盤，ITV 装置，しゃ断機を保護
無停電電源装置	(1) エスカレータ側停電時に被遠方監視制御盤へ電源供給 (2) これにより停電時でも管理センタへは監視信号が出る
排水ポンプ制御盤	マンホール内の水位検出器の動作により，排水ポンプを駆動して強制排水
ITV 装置	エスカレータから 40 m 離れた高さ 20 m のポール上のテレビカメラから，エスカレータの異常や乗客のマナー，利用状況を監視
照明	(1) 夜間運転中は上下の照明点灯 (2) 停止すると下部だけ残して上部消灯 (3) 点灯，消灯は自動点滅器
異常音集音マイク	(1) 上下部の照明ポールに取付けたマイクで乗客の声を集音 (2) 上下部の機械室に取付けたマイクで機械動作音を集音
注意放送スピーカー	テープや肉声による注意放送
水位検出器	排水ポンプが働かず，エスカレータピット内まで水が浸水した場合水位上昇を検出

(4)　モータ は トライアック と サイリスタ で制御している。駆動は トライアック で，ブレーキ は サイリスタ 制御による直流重畳で ボリューム により ブレーキ 力は任意に セット 可能である。

(5)　無風状態でもやや風が強いときでも，確実にしゃ断機が開閉できるように，特に閉動作時には全閉直前に ブレーキトルク を抜いて力行 トルク を強め，更に全閉してからの跳ね返りを防止するため一定時間扉を押しつけている。

4. 4　伝送方式

遠方監視制御装置の機器構成概要を図 9. に示す。

4. 4. 1　伝送線路

5 km 離れた管理 センタ から エスカレータ を遠方監視制御するため，伝送線路として建設省の自営線（電電公社D規格相当）を次の用途で 4 回線使用している。

(1)　監視制御回線：　管理 センタ からの ディジタル 制御信号及び エスカレータ 側からの ディジタル 監視信号を多重伝送するための回線。

(2)　非常停止専用回線：　管理 センタ からの非常停止信号を 専用に伝送するための回線。

(3)　放送・集音回線：　管理 センタ から エスカレータ 側への放送及び エスカレータ 側での音を管理 センタ へ音声伝送するための回線。

(4)　非常電話回線：　管理 センタ と エスカレータ 側間の専用電話のための回線。

なお，上記 4 回線のほかに ITV 映像・制御伝送用の回線があるが，機器として独立した形になっているので，本文では省略する。

4. 4. 2　遠方監視制御

遠方監視制御は監視制御回線 1 回線に監視信号 50 点，制御信号 30

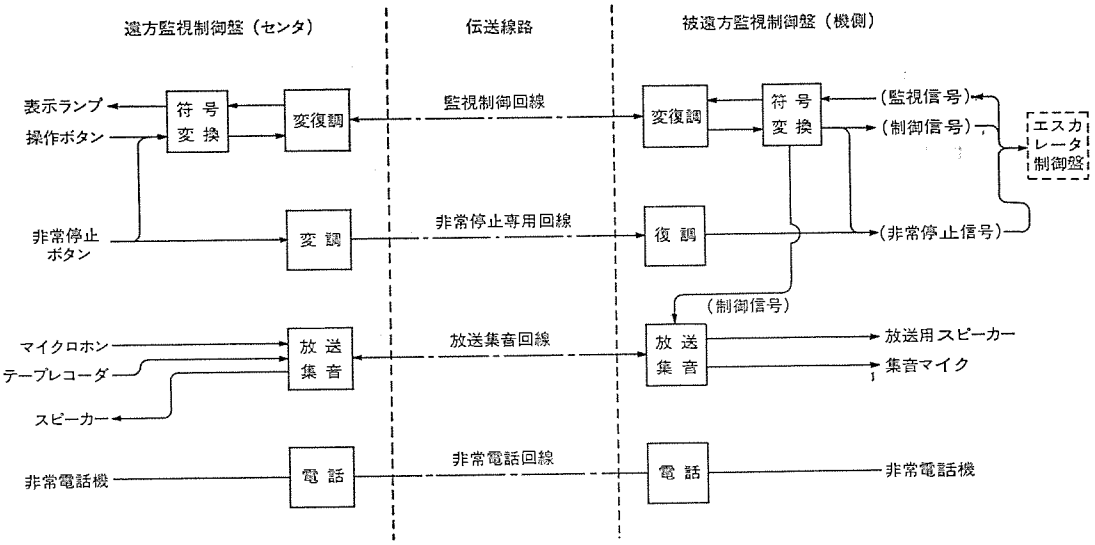


図 9. 遠方監視制御装置概要

点を多重伝送することによって行っている。このエスカレータで用いている伝送方式は当社の MELTEC 8 シリーズの伝送装置を基本にしてこのエスカレータ用に改めたもので，以下に簡単に述べる。

監視と制御は同一回線で信号伝送されるが，変調周波数が異なっているため，これらを上り及び下り方向同時に独立伝送することができる。監視信号は50点の信号を走査しながらサイクリックに常時送出しているが，誤り検定などの関係で四つのグループ（これをワードという）に分けて伝送している。また制御信号は30点の信号をそれぞれコード化し，1点を1ワードとして各ボタンに割りつけボタンを押したときそれに対応する信号だけを伝送するようになっている。伝送速度は監視・制御いずれも 200 BPS であり，1ワード伝送に約 0.3 秒要する。

4. 4. 3 非常停止

非常停止信号は監視制御回線の制御項目の一つとして取入れるほかに，その重要性から非常停止専用回線を通しても送出され，これらのいずれか一方だけでも非常停止がかかるようになっている。更に専用回線では2周波を用いて非常停止信号をそれぞれ独立に送出し，エスカレータ側では双方から同時に信号を受けなければ非常停止としない。これは雑音などの外乱によって不用意に非常停止がかかることを防ぐためである。

更に，専用回線の出力はリレーの常閉接点を用い，リレーコイルが断線したりすると自動的に停止するようになっている。これは一般的な制御におけるフェイルセーフの考え方を採用したものである。

またこのエスカレータでは停止方法を二つに区分し，乗客に差し迫った危険の場合は停止指令で直ちにブレーキをかけ，その他機器自体の異常などの場合は停止指令の一定時限後ブレーキをかけるよう配慮した。

4. 4. 4 放送及び集音

放送及び集音は1回線を切換えて使用するようになっているので，これらを同時に行うことはできない。音声信号も1回線で多重伝送することは可能であるが，実効的な伝送帯域が狭くなるという不具合も生じる。このエスカレータでは双方向伝送の必要性はほとんどないと考え，切換え使用とした。

放送の音量はセンタから監視制御回線を通して2段階に変えることができる。これは周囲の騒音の状態によって音量の大小を選択するもので，アナログ的に変化させる程の必要性はないと考えた。なお，各段階における音量レベルはエスカレータ側で調節できる。

表 3. 伝送方式概要

回線	項目	方式（内容）
監視制御回線	変調方式	FS 方式
	伝送速度	200 BPS
	変調周波数	監視信号……2,000±100 Hz 制御信号……1,200±100 Hz
	符号方式	NRZ 等長符号
	同期方式	調歩式
	誤り検定方式	隣接位相反転照合と総数パリティチェック併用制御信号は更に定マーク検定を併用
	伝送形態	監視信号……ビット対応による常時サイクリック伝送 制御信号……定マークコードにより制御時送出
	伝送項目	監視信号……50項目 制御信号……30項目
非常停止専用回線	変調方式	FS 方式（50 BPS 用モデムによる）
	変調周波数	765±35 Hz，2,295±35 Hz このほか 1,600±100 Hz で雑音監視
	伝送形態	常時 F_H 送出，制御時 F_L 送出
放送集音回線	方式	放送と集音を切換使用。切換えは監視制御回線により管理センタから指令を与える
非常電話回線	方式	共電式 1：n 方式（n は端末局の数） 端末局（エスカレータ側）から管理センタに向かってのみ呼出し可能
	起呼方式	L_1，L_2 ループ

4. 4. 5 非常電話

管理センタとエスカレータ側間には専用の電話を設置している。現在，送受話器は管理センタとエスカレータ側にそれぞれ1台ずつ設置されているが，エスカレータ側ではこれを複数台にすることも可能である。ただし，いずれの場合にも呼出しはエスカレータ側から管理センタに対してだけである。その他は一般の電話機と変わらない。

4. 4. 6 伝送方式

各回線の伝送方式概要を表 3. に示す。

5. 点検調査と保守

このエスカレータは機器や装置の信頼性を維持するための保守と，今後の歩道橋用屋外エスカレータとしての耐久性データを収集するための点検調査が続けられている。

（1） 日常点検

巡回者による毎日の点検で清掃のほかに，くし歯の折損，移動手すり，スカートガード，ステップやライザのクリート，乗り心地などを点検している。

（2） 定期点検

一般の昇降機で行っている2回／月の点検でエスカレータ全体の点検

が含まれる。

(3) 耐久性調査

今後の歩道橋用エスカレータ設計に役立てるデータを収集する目的で，4回／年（ただし初年度）速度・絶縁抵抗・無負荷損失・ブレーキ・チェーンの伸び・移動手すり・しゃ断機・塵あい(埃)・振動・盤内温湿度などにつき調査している。

(4) 総合点検

耐久性調査とは別時期に2回／年エスカレータ全体を総点検している。機器の発せい(錆)状況・欄干の傷つき具合・移動手すりの汚れ・遠隔制御装置の点検などがその主な項目である。

6. 評価と今後の展望

6.1 利用状況

エスカレータ近辺で歩行者調査を行い設置前後においてその変化を比較した。それを表4.に示す。

それによると設置後の階段及びエスカレータの利用者を比べると，95%の人がエスカレータに移行するとともに，利用者が設置前の階段利用者に比べて平日で約1.6倍，休日で2～3倍に増加している。この増加は，従来付近の横断歩道（図1.参照）を通行していた人が転換してきたものである。このように，このエスカレータは今までの階段利用者の大部分に利用されるとともに，従来付近の横断歩道を通行していた人が多数利用しており，交通事故防止の見地から大きな効果があることを物語っている。

6.2 街の声

歩行者の利用状況調査と並行してアンケート調査を実施した結果によると，エスカレータを取付けることに賛成と答えた人が85%，エスカレータは乗り込みやすいと答えた人が83%と大半の人が設置を歓迎している。

アンケート調査の中から上位のものを示すと

(1) 下りも必要である。増設してほしい。(31%)

(2) 健康増進には階段を利用したほうがよい。(10%)

(3) 老人などに対してのサービスによい。(8%)

となっている。

6.3 いたずら

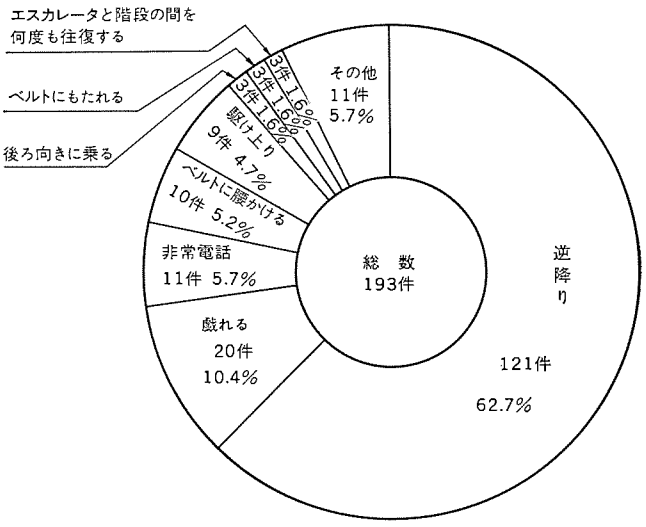
いたずらのほとんどは小学生の男子で占められている。これを裏付けるように発生時間帯も，放課後の14：00～17：00が圧倒的に多い。いたずらの種類とその割合を図10.に示す。

6.4 今後の展望

今回の歩道橋用エスカレータは第1号機でテストケースであり，乗客の安全確保と運行管理の省力化という見地から，ITV監視装置・遠方監視制御装置・しゃ断機など多くの付帯設備を装備した。現在機器の耐久性を含め各種の追跡調査を実施しているが，まだ未知の分野も残されており，今後の調査検討を進めた上で横断歩道橋用エスカレータの機器仕様や付帯設備を考慮する必要があろう。

表4. 利用状況

区分（平・休日 / 事前・事後）	平日 日時	平日 階段	平日 エスカレータ	休日 日時	休日 階段	休日 エスカレータ
事前	12月18日 19日	2,543人 2 544人	—— ——	12月21日	3,107人	——
事後	6月3日 8月3日	204人 184人	4,094人 4,142人	6月6日 8月1日	488人 261人	9,319人 6,117人



35日間(昭和51年6月2日～7月6日)の集計

図10. いたずらの種類とその割合

遠方監視制御システムについては，将来エスカレータが普及すれば1台の操作卓から10～20台程度のエスカレータを集中監視制御することが考えられ，1台当たりのコストを低減することができる。またこの方法は，大規模な駅やビルの多数のエスカレータを集中監視制御することにも利用できる。

一方，歩道橋用エレベータについても検討しているが，停電時の救出，輸送能力など検討すべき問題が多くあり，設置環境，利用者数，利用目的などに応じてエレベータにするか，エスカレータにするかを選定する必要があろう。

7. むすび

このエスカレータの開通により，エスカレータの新分野に第一歩を印した。今後我が国においても横断歩道橋や横断地下道にエスカレータが普及して行くことが期待される。このエスカレータシステム全貌の紹介が，同じような計画を持っておられる関係各位の参考になれば幸いである。

最後にこの工事完成のために，多大のご指導・ご協力を賜った関係各位に対し，深甚の謝意を表する次第である。

ビルディング総合管理システム

吉田修巳*・上野義弘**・那須利男***・山田　淳+・金谷外志彦+

1. まえがき

昭和40年代における人口の著しい都市集中化を背景に，超高層ビルや大形地下街の建設が相つぎ，建物規模の拡大，空調や照明を中心とした人工環境の整備，防災関連の法規制強化に伴う設備の拡充などにより，建物内に設けられる設備の種類と数量（容量）は増加の一途をたどってきた。

このようなニーズに対し，当社は総合電機メーカの立場から自家用発電機を含む受変電設備，熱源及び空調設備，昇降機設備，照明設備，各種動力設備と電子機器などの製造及び施工を行うかたわら，これら各種ビル設備の管理システムについても我が国における第1号機（昭和42年，西阪神ビル）を納入し，現在までに約30システムの実績を持つに至っている。

一方，昭和48年の石油ショックを契機とした低成長経済への適応や，最近の生活環境の安全性に関する社会的認識の高まりを背景として，ビル設備や管理システムに対しても次のような要求がクローズアップしている。

（a）建設費削減……床面積の有効利用，工期短縮など

（b）運転維持費の低減……省エネルギ設備やメンテナンスフリー機器の導入，低コスト運転，予防保守を考慮した総合管理など

（c）安全性向上……防災・防犯設備の拡充とその総合な運用，無公害機器の導入など

このような要求を満たすには，対象となるビルの規模と用途にあわせ，ビル設備自体と管理の両面から対処する必要がある。例えばビルのエネルギ源として重要な設備である電力設備について，設備それ自身による対処方法を示すと次のようになる。

（a）高信頼性
- 主回路機器の信頼性向上
- 保護協調の考慮
- 非常用発電機の設置
- 主回路の2重化

（b）小形化
- 特高受変電設備のキュービクル化
- ガス絶縁変電所（GIS）の採用

（c）安全性の向上
- オイルレス化
- 充電部分の露出排除

（d）メンテナンスフリー
- 高信頼性機器の採用
- オイルレス化

（e）工期短縮
- 現地工事の簡略化（キュービクル化，GIS化）

これに対して設備の管理面からは，次のような装置を電力設備専用で設置するか，他の設備の管理と共用の形で何らかの管理システムを導入することになる。

（a）監視
- 遠隔集中監視方式の採用
- 状況は（把）握が容易なマンマシン装置の採用（CRTなど）
- 収集データの異常チェックの自動化

（b）制御
- 自動制御の採用
- 異常発生時のオペレーションガイド

（c）記録
- 日報，月報の自動作成

（d）保守
- 保守データの自動収集
- 予防保守作業のオペレーションガイド

以下の本文では単館ビルを対象としたビルディング総合管理システムをとりあげてその機能を概説し，システムの設計に関連する諸条件を明らかにし，当社の位置づけを行うこととする。更に最近の納入例を用いて当社の考え方を紹介する。

2. ビルディング総合管理システム

2.1 ビルディング総合管理システムの導入に当たって

一般に“ビルディングの総合管理”という言葉には（a）ビルの維持管理と，（b）ビルの経営管理が含まれ，それぞれ次のような業務内容を指している。

（a）維持管理とは

建物や設備を健全な状態に維持し，ビルの利用者に安全，清潔で快適かつ便利な環境をより経済的な方法で提供するための管理業務で，清掃衛生管理，設備管理，保安管理及び保全管理より構成されている。

（b）経営管理とは

賃貸料，共益費，管理費，保険料，税金などの収支管理業務と賃貸，法的手続きなどに伴う契約管理業務から構成されている。

しかしながら，通常のビルディング総合管理システム（以下ビル総合管理システムと略称する）では，合理化が容易でかつシステムの導入効果が顕著な設備管理と保安管理をその対象としている。

また，個々のビルについて総合管理システムの機能と構成は基本的にはある程度共通しているが，全体的には次のような事項を検討し，それぞれ異なった形に計画するのが普通である。

（a）ビル設備の種類，規模，方式

（b）ビルの用途と導入目的

（c）ビル総合管理システムに取込む機能と管理体制

（1）対象となるビル設備とシステムの機能

ビル設備の種類と規模は，ビルの用途や建築面積，階高，更には立地条件などによりかなり流動的であるが，ビル総合管理システムの対象となる一般的な設備を整理すると，次のような機器からなる。

（a）電気設備：受変電設備，非常用電源設備，配電機器，照明機器など

* 本社（工博）　** 本社　*** 制御製作所　+ コンピュータシステム工場

(b) 空調設備： 空調機，熱源機器，冷却塔，送水ポンプ，送・排水機など

(c) 給排水衛生設備： 送水ポンプ，貯水そう(槽)など

(d) 昇降機設備： エレベータ，エスカレータなど

(e) 防災設備： 自動火災報知器，非常電話，誘導灯，非常放送，防火防煙設備，排煙設備など

(f) 防犯設備： 侵入検知機器，ITVカメラ，防火戸など

(g) 検針設備： 検針機器，カウンタ盤など

(h) 駐車場： 入出車受付ゲート，トラッキング検知機器，誘導灯，排気機器など

このような各設備に対するビル総合管理システムの代表的な機能として，表1.に示すようなものがある。

一方，個々のビルに対する総合管理システムを設計する場合には，システムの機能内容や機能を実現する手段が必ずしも画一的でなく，特殊な機能が付加されることがある。例えば，防犯の入出門チェックに伴う勤怠管理，補修部品の在庫管理，デパートのショーケース自動点滅などがある。

要は，ビル設備の概要が計画された時点で，システムのメーカから推奨できる機能と導入効果，そしてユーザの重点的な管理項目や管理体制を突き合わせ，そのビルに最も適したシステムの機能を選別してゆくのが望ましい。

従来は，ややもすれば，設計事務所やメーカお仕着せのシステムを納入してきたきらいがないでもないが，今後は，ビル設備自体が複雑化，多様化しているだけに，ユーザ，設計事務所，メーカなどの合作でなければ，折角のシステムが十分に活用されない可能性がある。

また，か(稼)動後のシステムのレベルアップをユーザ自身の手で十分

表 1. 機能と効果の対応

機能	効果	エネルギコスト低減	人件費削減	信頼性向上	居住性向上	安全性向上	所要スペース削減
受変電	計測監視		○	○			○
	計測値上下限監視		○	○			
	異常・故障監視		○	○			○
	機器動作監視		○	○			○
	デマンド監視制御	○	○	○			
	無効電力制御	○	○	○			
	異常時負荷選択しゃ断			○			
	事故復旧処理			○			
	トランス台数制御	○					
	買電停電時処理			○		○	
	買電停電復旧処理					○	
	遠方発停操作			○			
	オペレーションガイド			○			
	日報・月報自動作成		○				
	故障記録		○	○			
	機器動作記録		○	○			
	保守データ収集		○				
	保守ガイド			○			
照明	点灯，消灯，監視	○					
	窓側照明制御	○	○				
	照明機器スケジュール発停	○	○	○			
	保守データ収集		○				
空調衛生給排水	計測監視		○	○			○
	計測値上下限監視		○	○			
	異常故障監視		○	○			○
	機器動作監視		○	○			○
	室内温湿度設定値制御	○			○		
	空調機器発停時刻最適化	○	○		○		
	空調機器スケジュール発停	○	○	○	○		
	送水ポンプ台数制御	○	○	○			
	送水温度設定制御	○	○				
	冷却塔ファン台数制御	○	○	○			
	外気取入量制御	○	○				
	冷凍機台数制御	○	○	○			
	ボイラ台数制御	○	○	○			
	蓄熱運転制御	○	○				
	遠方発停操作		○				
	オペレーションガイド		○				
	日報・月報自動作成		○				
	故障記録		○	○			
	機器動作記録		○	○			
	保守データ収集		○				
	保守ガイド			○			
防災	火災発生場所監視			○		○	○
	火災状態レベル判定			○		○	
	防火防排煙設備等の作動監視			○		○	○
	防火，防排煙設備の不作動監視			○		○	○
	空調機器停止制御			○		○	
	非常用エレベータ呼もどし制御			○		○	
	非常放送系統，内容選択			○		○	
	避難誘導灯制御			○		○	
	非常口自動開放			○		○	
	防火防排煙設備制御			○		○	
	ITVカメラ自動選択			○		○	
	ガス漏れ時電気しゃ断			○		○	
	設備遠隔操作			○			
	監視員割様		○	○		○	
	日常点検事項指示		○	○		○	
	可燃物貯蔵場所火点管理		○			○	
	オペレーションガイド			○			
	巡回記録		○				
	設備作動記録		○				
防犯	侵入発生場所監視		○	○		○	○
	時間外出入口監視		○	○		○	○
	施錠監視		○	○		○	○
	重要箇所出入監視		○	○		○	○
	ITVカメラ自動選択		○	○		○	○
	遠隔地解錠操作			○			
	異常発生記録		○				
昇降機	運転停止状態監視		○				○
	電源異常，復旧時の台数制御			○			
	夜間運転台数制御	○					
	保守用データ収集		○				
検針	各種メータの自動計測		○	○			
	請求書，検針控の発行		○				
	各種業務管理資料作成		○				
駐車場	入出車両の監視		○				
	駐車場空気汚染監視		○		○		
	駐車ストールへの誘導指示自動格納制御		○				
	駐車場換気制御		○		○		
	請求書，領収書発行		○				
	管理統計資料作成		○				

対拠できるだけの体制が整っている場合は問題ないが，こうした余力の持合わせがなく，メーカから納入されたままの状態で運用されているシステムも見受けられる。ソフトウェアの改良，拡張の自由なこのシステムの特長が十二分に生かされていないことは，ユーザの力不足と言うより，メーカの納入後のアフタケアー不足として反省すべき問題である。

(2) ビルの用途と導入効果

ビル総合管理システムの主要な導入効果としては表1.にも示したように次のような項目を挙げることができる。

(a) エネルギコスト低減
- 省エネルギ
- エネルギ源の有効利用

(b) 人件費削減
- 設備運転要員の縮小
- 熟練係員の縮小

(c) 信頼性向上
- 操作忘れ，誤操作，誤判断の防止
- 自己診断機能の取入れ
- 保守データの管理

(d) 居住性向上
- 快適性を考慮したランニングコスト低減

(e) 安全性向上
- 異常発生時の適確な状況把握
- 誤操作，操作忘れの防止
- 係員の訓練機能の導入

(f) 所要スペース削減
- 管理体制の一元化
- 管理所要人員の縮小
- ビル設備の有効利用

しかしながら，これらの導入効果を十分に発揮させるためには，ビル設備側にも対応する処置が必要であり，ビルの用途やシステムの運用により期待される効果も異なってくる。代表的な用途について示すと次のようになる。

(a) 事務所

自社ビルの場合には，会社のシンボルとしてのプライドがあり，快適性や安全性のような効果に対する要求度も高い。これに対して，賃貸ビルの場合は，家賃と初期投資額やランニングコストとの関連から，省力化，省エネルギ化による直接的コスト低減が強く要求されるが，サービス，環境，安全性の面では一定の水準以上であれば，経済的効果重視形のシステムが望まれている。

(b) ホテル

利用者へのサービスが重視され，環境の点では快適性と，不在室の徹底した電力，空調エネルギの節減が特に要求される。また，不特定多数の利用者が出入し，24時間無休の営業であることから，防災，防犯など安全性の点が重視される。更に，設備面でも営業時間帯が長く，利用者へのサービス維持の面から予防保全，安全運転を考慮する必要がある。

(c) デパート

不特定多数の利用者があり，季間，週間などで利用者数の変動が大きく，利用者に対するサービス，安全性が強く要求される。主要な設備は営業時間中の稼動であるため，保守の点ではホテルに比べ強い制約はないが，防災，防犯については閉店休店時を含め24時間の管理体制が必要となる。

(d) 病院

環境の維持及び設備の正常稼動維持が重視される。したがって利用者サービスが24時間無休であることや，手術や種々の医療機械の中断を防止する意味からも設備保全の管理は重要なポイントである。

ビルの用途別にはこの外，学校，公共施設，集合住宅などもあるが，最近の傾向として多目的ビル，例えばデパートと駅舎，事務所と店舗，病院と学校，アパートと店舗，広域多とう(棟)ビルなどが多くなり，総合管理システムに要求される機能もそれなりに複合化しつつある。

最近建設される超高層ビルの大部分には，ほぼ常識的にビル総合管理システムが採用されるようになった。労働事情やエネルギ問題がシステムの導入を促す動機づけとなったことも事実であるが，安全性や経済性などに多くの可能性をもつシステムを，将来を先取りする意図から導入に踏切った例も少なくない。建物の完成後にシステムを導入することは不可能ではないが，このための費用が必要以上にかさみ，また，設計上の配慮がないために，システムのもつ機能を十二分に発揮できない場合も起こり得る。システムの導入を前提に，建物の設計に着手するのが理想である。

ビル総合管理システムの導入をめぐって，その経済評価がしばしば論議の焦点となることが多い。計算機制御システムの応用分野から見ると，一部の生産プロセスでは，生産の量と質を維持するためにこの種のシステムは不可欠な存在となっているのに反し，ビル設備管理の分野では，まだ，そこまでの地位を築いていないのが現状である。

ビルの場合，システムの経済評価の指標として，いつもながら直接的な省力費用やランニングコストの低減費用が登場する。この二つの費目とシステムの導入費用をてんびんにかけるならば，現状では前述の超高層ビルのようなスケールメリットの得られる巨大ビルだけでしかシステムの採用が難しい。

ここで観点をかえ，システムは，ビル利用者へのサービスや安全な環境を経済的な方法で生産し，高い保守水準を維持すると考え，それなりの評価ができれば，広く多くのビルに採用される可能性は十分ある。要は，システム導入の目的と期待される導入効果を明確にし，個々のビルのもつ特色を十分発揮できるようなシステム設計とユーザの理解が肝要である。

(3) ビル総合管理の特質

ビル総合管理システムを一般の工業プロセス制御システムと比較した場合，下記のような特質を挙げることができる。

(a) 対象が生産工程でなく，ある環境を維持するための非生産的設備である。

(b) ビル設備は，機構面，運用面で多種多様である。その意味では工場の総括管理と類似点もある。

(c) 設備内容が同様でもビルの用途により，設備の運用，管理上の条件が大幅に変化する。

(d) ビル総合管理システムの導入目的も，製造工程のそれは生産量の増大，収率の向上，品質の向上など，直接的な効果を期待するのに対し，環境の向上，サービスの向上，安全性など間接的な面が重視されることがある。

(4) ビル総合管理システムとメーカの要件

当社は，システムの多くの実績を背景に，この分野では常に優位の地位を維持してきたが，これは次に示すような総合電機メーカとして

の当社の体制がシステムの製作者としてフィットしていることにほかならない。

(a) ビル設備機器の製作・納入経験

システム設計にあたって，ビル総合管理の対象となる各種ビル設備について熟知することが必要である。当社は古くからエレベータ，受変電設備，空調機器，弱電設備などの主要なビル設備機器の製造・販売を行ってきた。

(b) ビル設備工事の施工経験

ビル総合管理の対象となる設備・機器はビル内の各所に分散されるため，工事に関するノウハウ及び問題点をシステム設計にとり入れる必要がある。通常は工事会社を介して工事が実施されるのが一般的であるが，施主の指示により当社が元請となり，設備工事の設計・施工管理を行うこともある。

(c) 計算機制御システムの豊富な応用技術

ビル総合管理システムは，方法論としては計算機制御システムの一応用分野であり，計算機制御に関する総合的な技術力（ハードウェア及びソフトウェアの一貫生産，システムの解析能力，システムの取りまとめ能力など）が必要である。当社は多くの生産，非生産分野で幅広い経験と永年にわたる技術的蓄積がある。

(d) ビル総合管理システムの豊富な実績

総合的な技術力に加えてビル総合管理システムそのものにも経験に裏付けられた技術力が必要なことは言うまでもない。当社は我が国におけるビル総合管理システムの開拓者であり，その歴史とともに技術蓄積を行ってきた。

また，最近のビルの大形化や管理内容の充実化の傾向は，ビル総合管理システムに次のような新しい変革をもたらしつつある。

(a) 管理情報の収集／分散のための情報伝送装置の採用

最近のビルの大形化，各種ビル設備の複雑化に伴い，ビル管理に必要な信号源，制御対象が数千点に達するビルもある。従来は，個々に信号線を張りめぐらし，システムのセンタ設備と結んでいたが，電気，空調，防災など各種設備に共通した，より経済的かつ効率的な情報伝送手段が採用されるようになった。

(b) 新しいマンマシン装置の採用

ビル内に設置され各種設備の運転状況をグラフィックパネル上に点灯表示するのが一般的であったが，CRT（ブラウン管）上に，文字や画像情報を表示させ，従来より高級な情報交換媒体を使って，マン（運転員）とマシン（システムのセンタ設備）との，より適確な対話ができるようになった。

(c) 高度なシステム解析技術に裏付けられた新しい制御方式の採用と制御モデルの開発[1][2]。

ビル設備の省エネルギ運転や防災強化に伴って，空調負荷予測や空調及び熱源機器の台数制御と運転時間の最適化，災害時の避難誘導など新しい制御項目がビル管理の一環として採り上げられようとしている。これらの制御を実現するには，従来から生産プロセスなどで行われてきたのと同様な手法を展開し，制御アルゴリズムを開発する必要がある。

通常，理論的なシステム解析，シミュレーションによるプロセスの検討を経て，理論モデルを作り上げる。続いて，システム導入後の長期にわたる実測データと突き合わせ，より実用的な制御モデルに展開する。

このような傾向は，当社が納入した幾つかのシステムにも反映しつつあるが，当社の技術力はIPA（情報処理振興事業協会）の“ビルディング総合管理システム”開発受託という形で評価を受け，現在更により高度なシステム開発を展開している。

以下の各項では，最近の当社納入例から比較的特殊な用途のビルについて紹介するが，システムの機能や構成についての基本的事項は他の一般的なビルと大差ない。

表 2. 設備概要

受変電設備	受電	22 kV 2回線受電
	変圧器	3,000 kVA 3台，5,000 kVA 1台
	自家発電機	2,000 kVA・ディーゼル発電
	進相用コンデンサ	4,200 kVA
空調設備	空調機	45台
	送・排風機	68台
熱源設備	冷凍機	ターボ式 600 冷凍トン 5台
		ターボ式 200 冷凍トン 1台
	ボイラ	4.2トン 3台，ガス燃焼
	熱交換器	2,100 M カロリ／時間 2台
	冷温水送水ポンプ	18台
	冷却塔	2基
	蓄熱槽	500 m^3 2槽
昇降機設備	エレベータ	乗用 7台，人荷用 3台，荷物用 1台
	エスカレータ	40台
照明設備	電灯	
	コンセント	80系統
	ネオン	
給排水・衛生設備	浄化槽	
	汚・排水槽	
	その他	
集中検針設備	——	電気・水道・ガス・給湯 250量
防災設備	火災報知器	
	排煙設備	
	消火栓	
	スプリンクラ	
	採水口	
防犯設備	ITV	
	マイクロ波式侵入センサ	
	館内無線設備	

2. 2 小田急町田駅ビル[3]

このビルは，小田急電鉄の町田駅ビルとして昭和51年にオープンしたもので，地上11階，地下2階，塔屋3階からなり，延床面積は65,000 m^2 である。また，地下1階，1階，及び，5階から9階が百貨店（小田急町田店），2階が駅施設と専門店・軽飲食店からなるレンガ通り街，3，4階が駅のホーム，10，11階が展示場・書籍・飲食店といった多用途ビルであり，ここには駅利用者・百貨店利用者など，不特定多数の利用者が常に出入りする。したがって停電事故や火災発生などの災害発生時には十分な安全性を確保するとともに，四季の変化に対応してビル内環境の快適性の維持が要求される。このために一貫した設計思想のもとに種々のビル設備（表 2. 参照）を設置するとともに，これらの設備を効率的に管理・運営し，かつ，設備の保守管理をきめ細かく，適確に行うことも重要となる。

以上の方向づけにそって，当社が機器の自動化，情報の集約化，保守管理業務の省力化を目指した管理設備の設計施工を担当し，ビルオーナ側でこれを円滑に，かつ，迅速に遂行する管理体制が敷かれている。

(1) 管理設備・管理体制概要

中央監視室（図 1. 参照）には，制御用計算機《MELCOM》350-7（表 3. 参照）が設置され，ビル設備を中心とした集中管理制御を，防災センタ（図 2. 参照）には統合防災防犯盤が設置され，防災・防犯関係の管理が行われ，ユーザの管理体制にそって二元的管理が行われ，小人数の係員で適切な管理を可能としている。更に，このビル

図 1. 中央監視室

表 3. 制御用計算機 システム 構成

中央演算処理装置	《MELCOM》350/7	1台
主記憶装置	コアメモリ	24K語
補助記憶装置	固定ヘッドディスク装置	131K語 2台
システムタイプライタ		1台
高速紙テープリーダ		1台
高速紙テープパンチャ		1台
ロギングタイプライタ		3台
図形用 CRT	M 395	1台
オペレータコンソール		1台

図 2. 防災 センタ

には，建物内連絡用無線電話 システム が採用され，ビル 内設備の巡回員と中央管視室，防災・防犯の巡回員と防災 センタ 間の相互連絡を密にすることにより，緊急時の迅速な処置，効率的な巡回業務に効果を上げている。

(2) 管理方式

中央監視室では，各設備の種別に対応して コンパクト にまとめられた監視盤と統合管理用の オペレータコンソール が一体化されて設置されている。したがって，常時は オペレータコンソール に収納されている CRT を中心にして，運転状態の系統的な表示，操作指令送出が適確に行え，計算機が予防保全 データ の収集や日報作成などの作業を自動化するため，係員の精神的，肉体的負担が軽減され，より適切な管理の実現を可能にしている。また，万一計算機が機能停止した場合でも，並設されている各設備別監視盤を介して容易に手動遠隔監視制御体

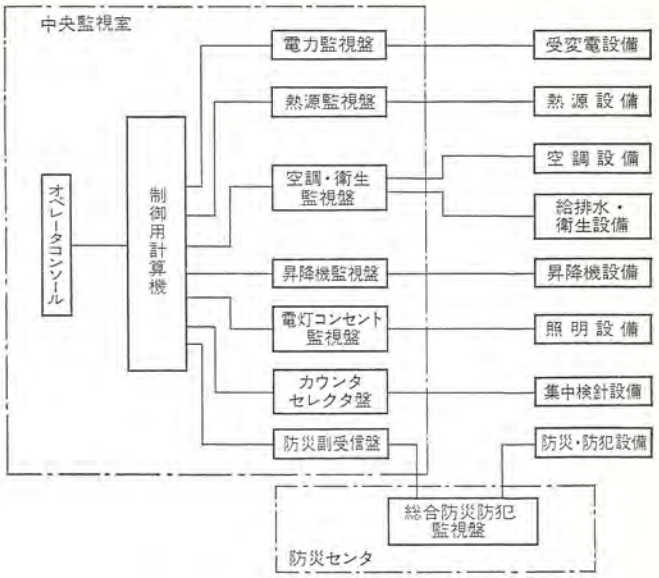


図 3. 総合管理 システム の構成図

制に移行することが可能となっている。

一方，防災 センタ では，統合防災防犯盤を中心にして防災・防犯に関する統合的な管理制御が行える形にまとめられている。(なお，防災・防犯管理 システム については本号の“画像情報装置と防災・防犯 システム”編を参照されたい。) 更に防災 センタ に集められた情報は，中央監視室にも送られ，火災発生時には，防災 センタ と中央監視室で連係処置がとれるよう考慮されている。(図 3. 参照)

(3) 伝送方式

この ビル では総合管理のために扱う故障・動作・計測値・制御などの信号を，要求される技術仕様と経済性，管理体制などの関連から，次のように複数の信号伝送方式を並用している。

(a) 1対1直接結線方式

受変電設備，熱源設備，給排水衛生設備，昇降機設備，防災設備など，特に重要な信号や処理の迅速性が要求される信号については，1点対応の直接結線方式をとり，システムダウン の排除と異常の発見と処理を迅速にしている。

(b) 共通線選択方式

空調設備機器は，ビル 内に広範囲に設置され，信号入力点数は多いものの，高速伝送を必要としないため共通選択方式の伝送装置を採用し，数本の ケーブル を介して各機器と中央監視室とを結んでいる。

(c) 系統選択方式

照明設備は，階別，シャフト 別，用途別の系統選択装置を採用し，制御信号の点数を5分の1にしている。

(d) カウンタ 選別方式

集中検討設備は，カウンタセレクタ 盤を採用し，データ の コード 化により，入出力信号点数の減少と同時に停電発生時にも データ の信頼性を確保している。

(4) マンマシン インタフェース

中央監視室における管理業務は，ワンマンコントロール を基本とし，係員が オペレータコンソール を介して操作することにより，種々の監視・制御が実施できる形式としている。通常の状態監視以外に次のようなことができる。

(a) 外気状況，空調負荷状況の CRT による トレンド 表示

(b) 制御，監視用データの設定・表示・リスト作成
(c) 個別発停制御，個別設定制御
(d) 故障・異常機器のサマリ表示・サマリリスト作成
(e) 制御機能の実行要求・停止要求
(f) 停電時，復電時の操作ガイダンス表示・操作指令
(g) 自動検針業務の実行
(h) ランプによる集約表示
(i) バックアップ盤への切換え，復帰

これらの各業務は，テンキーにより項目番号とデータを設定し，機能選択ボタンを押すだけで実行可能となっているため，操作が単純であり，誤操作防止が可能であるとともに，オペレータコンソールのコンパクト化も実現できる。

(5) 計算機による自動制御

このビルでは，機器の自動発停などの外に，買物客に対するサービスを重視する百貨店という特殊な状況での快適な室内環境の維持と，非常時の処置の正確さを期するために次のような計算機による自動制御を行っている。

(a) 室内環境の向上

外気温度の変化に即応した室内の冷暖房シーズンの判定と切換制御，室温設定，冷温水送水温度設定，外気取入量及び排風量制御などを行う。

(b) 非常時の制御

停電発生時の自家用発電機の負荷制御，エレベータ帰着階呼もどし制御及び停電回復時の復旧制御を行う。

(c) 予測制御

熱源設備として，蓄熱槽があり，冷暖房負荷を予測して，あらかじめ蓄熱を行うための冷凍機，熱交換器の台数運転時間の制御を行う。

(6) 自動検針業務の自動化

ビル内の60店舗に対する検針業務，請求書作成業務を計算機によりすべて自動化している。

2.3 長崎大学医学部付属病院ビル

このビルは，51年に建設された，地上12階，地下1階，その周囲には医療業務に関連する既設ビルがあり，延床面積47,000 m² の近代的なビルで，東側に病床数747の病棟，北側に外来病棟，南側に研究室がT字形に張り出した形状の総合病院である。このような病院ビルでは，入院患者が安心して療養生活を過ごせる環境づくり，医学研究のための動物室のこう(恒)温・恒湿設備，特殊ガスなどの危険物の取扱い，及び特殊な医療機器の管理などが要求される。

また，ビルの各設備（表4. 参照）を安定して稼動させ，事故や災害を予防することも重要なテーマである。これらのニーズを考慮して，ビルの新設を機会に従来の各建物別分散管理方式から，この新設ビル内に設置された中央監視室をセンタとした集中管理方式に移行することになった。これにより，小人数の運転員で各設備間の相互の関連性を考慮した統合管理を可能にするとともに，各設備や室内環境のきめ細かい管理が可能となった。

(1) 管理設備・管理体制概要

このビル及び既設の建物に設置されている設備の運転状況は，伝送装置を介して当ビル地下1階の中央監視室（図4. 参照）に集約されており，運転員は，各監視盤にて運転状況を把握すると同時に，故障や異常の早期発見，迅速な処置が行えるため，安定した稼動が期待できるようになる。

表4. 設備概要

受変電設備	受電	66 kV 2回線受電
	変圧器	3,000 kVA 2台
	自家発電機	1,000 kVA ディーゼル発電
	進相用コンデンサ	
空調設備	空調機	14台
	送・排風機	27台
熱源設備	冷凍機	吸収式 600 冷凍トン 3台 ターボ式 100 冷凍トン 1台
	ボイラ	
	冷温水送水ポンプ	17台
	蓄熱槽	
昇降機設備	エレベータ	乗用 13台，人荷用 1台
	トレベータ・エアシュータ	1式
照明設備	電灯	
	コンセント	
給排水・衛生設備	浄化槽	
	汚・排水槽	
	その他	製精水，貯油，薬注，特殊ガス
防災設備	火災報知器	
	排煙設備	
	消火栓	
	非常放送	

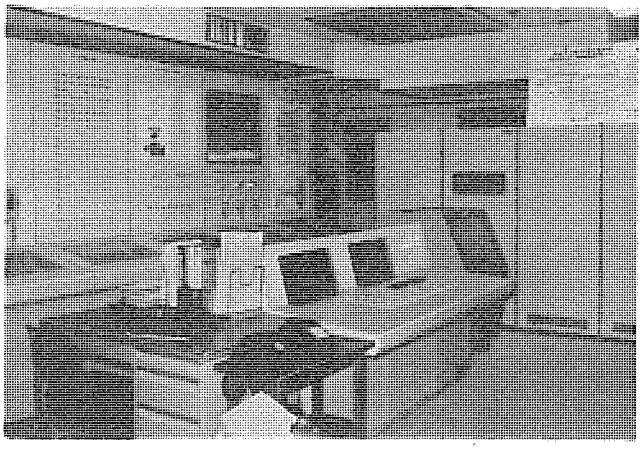


図4. 中央監視室

表5. 制御用計算機システム構成

中央演算処理装置	《MELCOM》350/7	1台
主記憶装置	コアメモリ	24 K 語
補助記憶装置	固定ヘッドディスク装置	131 K 語 2台
システムタイプライタ		1台
高速紙テープリーダ		1台
ロギングタイプライタ		3台
図形用 CRT	M 395	1台
文字用 CRT	M 345	1台
オペレータコンソール		1台

(2) 管理方式

前述のような目的を達成するためには，複数の建物の設備を一元的に管理する必要があり，従来のように設備に対応して個別に監視盤を設けると中央監視室には，多数の監視盤が必要となり，管理設備自体が大形化し，取扱い方法も繁雑化することになる。このシステムでは，防災設備を中心とした一部の機器を除き，監視用機器を制御用計算機システム《MELCOM》350-7（表5. 参照）に付属したオペレータコンソールという形に集約し，図形用及び文字用の2台のCRTを使用して，図5. 及び図6. に一例を示すような形式で各設備の運転状態，室環境状態などを系統的に表示し，管理設備のコンパクト化と管理業務の合理化を行っている。（図7. 参照）また，管理対象が病

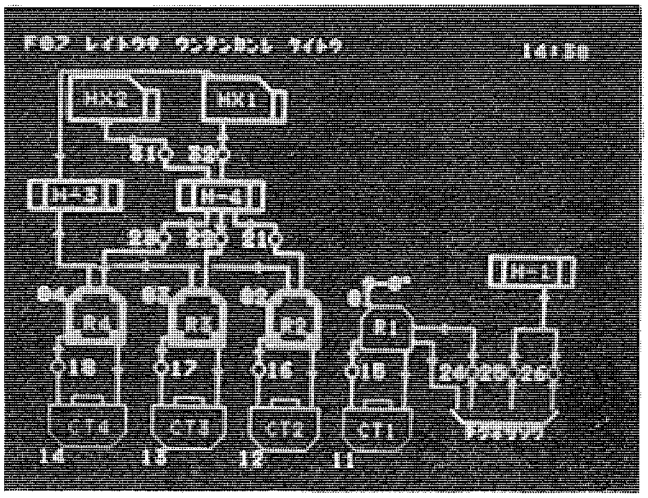


図 5. 図形用 CRT 表示例

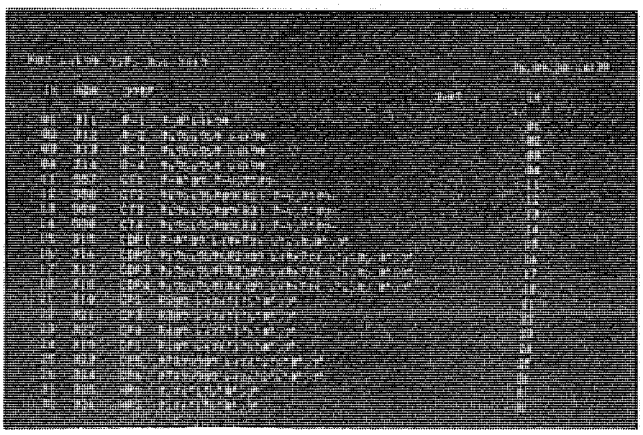


図 6. 文字用 CRT 表示例

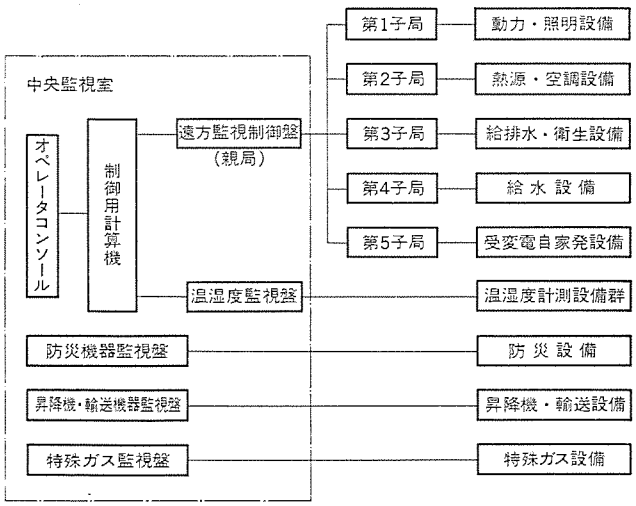


図 7. 総合管理 システム の構成図

院という各種設備の安定した稼動が要求される建物であり，係員の総合判断を十分に生かした確実な操作を実現するため2台の CRT を使って，運転員と対話形式をとりながら種々の操作を行うよう設計されている。その操作の一例を示すと次のようになる。

(a) 操作の安全性： 操作機器の影響範囲の系統図表示と，各設備機器の名称と操作のための機器番号の対応表示を行う。

(b) 異常時の ガイド： あらかじめ想定される異常に対しては，処理手順を設定しておき，異常発生時に操作手順として ガイド 表示を行う。

(c) 監視定数・制御定数の変更操作の容易性： 定数変更時の操作 ガイド 表示と確認表示を行う。

(d) 個別制御の確実性： 個別制御の要求機器の運転状態を表示し，誤操作を行うと，操作を ロック する。

また，通常の ビル 管理 システム と同様に，計算機で室内環境の監視・記録の自動化，設備の運転日誌，空調日誌の自動化 もあわせて行っている。

(3) 伝送方式

各建物に分散設置されている各設備の監視制御用の信号を中央監視室に集中化するため，共通線選択方式の伝送装置を使用し，工事費の大幅な縮小を可能とし，システム 構成の簡素化に伴い従来の改造を容易にしている。伝送装置は，システムダウン の排除のため，設備関係と空調の計測関連に対応して2系統で構成され，それぞれに バックアップ 機能を保有させ，システム の信頼性向上をはかっている。

(a) 設備用共通線選択方式伝送装置

当社が新たに開発した伝送装置で，五つの子局を持ち，この ビル 内の照明・動力設備を第1子局，熱源・空調設備を第2子局，給排水・衛生設備を第3子局，給水設備を第4子局，受変電・自家用発電機設備を第5子局とし，中央監視室の親局と結んでいる。この親局は計算機と接続され，各設備の故障・動作・計測値信号，機器の発停制御信号の データ 伝送が行われている。

(b) 温湿度計測用共通線選択方式伝送装置

計算機と接続されている温湿度監視盤と端末の計測器間を結ぶもので，室温・室湿の データ 伝送を行っている。

(4) マンマシン インタフェース

この システム では用途に対応させて，図形用と文字用の CRT を設けているため，計算機導入により発生した機器番号・計測点番号・定数項目番号などの数字のはん濫から運転員を解放し，更に，操作手順，注釈の表示などにより，運転員の誤操作による事故を防止している。また，卓上形の操作部は テンキー，押 ボタン が運転員の手の届く範囲にまとめられ，操作方法の統一により管理業務の単純化を可能にしている。

3. む す び

以上，最近の社会的な ニーズ を背景に，ビル 総合管理 システム の動向と当社のいくつかの納入例を紹介した。今のところ，ビル の維持管理に関する多くの業務のうち，システム に取込まれ合理化あるいは省力化できる業務は，まだ，ごく一部に過ぎない。維持管理業務の内容を一層深く理解し，適用業務範囲の拡大をはかってゆきたい。

今後の社会構造，産業構造の転換，法律による種々の規制強化，労働事情の変化などとの対応なしに，この種の システム の設計を進めることは難しい。当社は，総合電機 メーカ として幅広い分野の技術力を結集し，新しい設計思想の適用，新しい制御方式の開発などを軸に，常に，ニーズ に合わせた システム の展開をはかる所存である。

最後に，システム の納入にご協力いただいた小田急町田駅 ビル，並びに長崎大学医学部付属病院の建設関係者に感謝の意を表します。

参 考 文 献

(1) 技術の進歩特集，三菱電機技報，51, No. 1, p. 72～73 (昭 52)
(2) 和泉，小沢：ビル防災 システム，三菱電機技報，50, No. 7 (昭 50)
(3) 渡辺：百貨店の メンテナンス と省力化，設備と管理 (昭 52)

画像情報装置と防犯・防災システム—画像検索カラーディスプレー装置とその応用—

和泉陽平*・近藤邦一*・北垣　亨*・平居宣威**

1. まえがき

近年，生産プロセス，非生産プロセスに限らず，監視制御システムのマンマシン機器として，グラフィックディスプレー，キャラクタディスプレーなどブラウン管 (CRT) を利用した表示装置の採用が顕著である。その代表的理由としては，(1)多量の監視制御情報を迅速，正確に監視員に伝達し得ること，(2)計算機，マイクロプロセッサなどの情報処理装置の発達により，画面表示に必要な情報の収集，判断，加工，記憶が容易になったことなどがあげられる。しかしながら，画面の表示情報量の増加，表示密度の向上に伴い，画面の情報記憶に必要な処理装置内のメモリ数は増大せざるを得ない。当社は，固定的な画像情報はフィルム上に，色や文字などの可変的な情報は処理装置内にファイルし，両者をブラウン管画面上で合成する装置を開発した。この装置は従来の CRT 表示装置に比較して

(1)　文字・図形表示，ライトペン操作などでは同様の機能を有し，

(2)　処理装置メモリ容量の大幅な削減が可能である。

以下にこの装置の概要説明とビル防犯システム，防災システムへの適用実例を紹介する。

2. 画像検索カラーディスプレー装置

画像検索カラーディスプレー装置は，まず，あらかじめ感光フィルムに収録された多くの画像情報の一つのコマを検索し，飛点走査管 (FSS 管) と光電子増培管 (PMT) によってこの画像情報を光電変換して，ブラウン管面上に再生静止画像を作る。次いで，この画像に点(スポット)あるいは文字情報（キャラクタ）をカラーで重畳表示することができる。

FSS 管と PMT による光電変換系を採用しているのでこの装置は安定した高解像度の静止画像再生とフィルムの長寿命化が達成でき，かつ白黒フィルムを使用するので，記録媒体の安定性とコスト面での有利性が大きな特長といえる。

2.1 構成

画像検索カラーディスプレー装置の構成を図 1. のブロックダイヤグラムに示す。この装置は①一連のフィルム画像の各コマ（フレーム）上にあらかじめ記録したアドレスコードを読みとり，検索指定した所定のフレームに停止する機構を備えたフレーム検索プレーヤ，②このプレーヤ部を制御する検索制御ユニット，③検索されたフレームの画像情報にスポットやキャラクタを重畳するスポット・キャラクタ発生器，④画像情報やスポットとキャラクタを再生するモニタ TV，から構成される。

2.2 機能及び動作概要

2.2.1 フレーム検索プレーヤ及び検索制御ユニット

図 1. において，これから検索すべきフレームアドレスが外部から指定されると，そのアドレスがアドレスレジスタに保持される。一方カウンタには，現在検

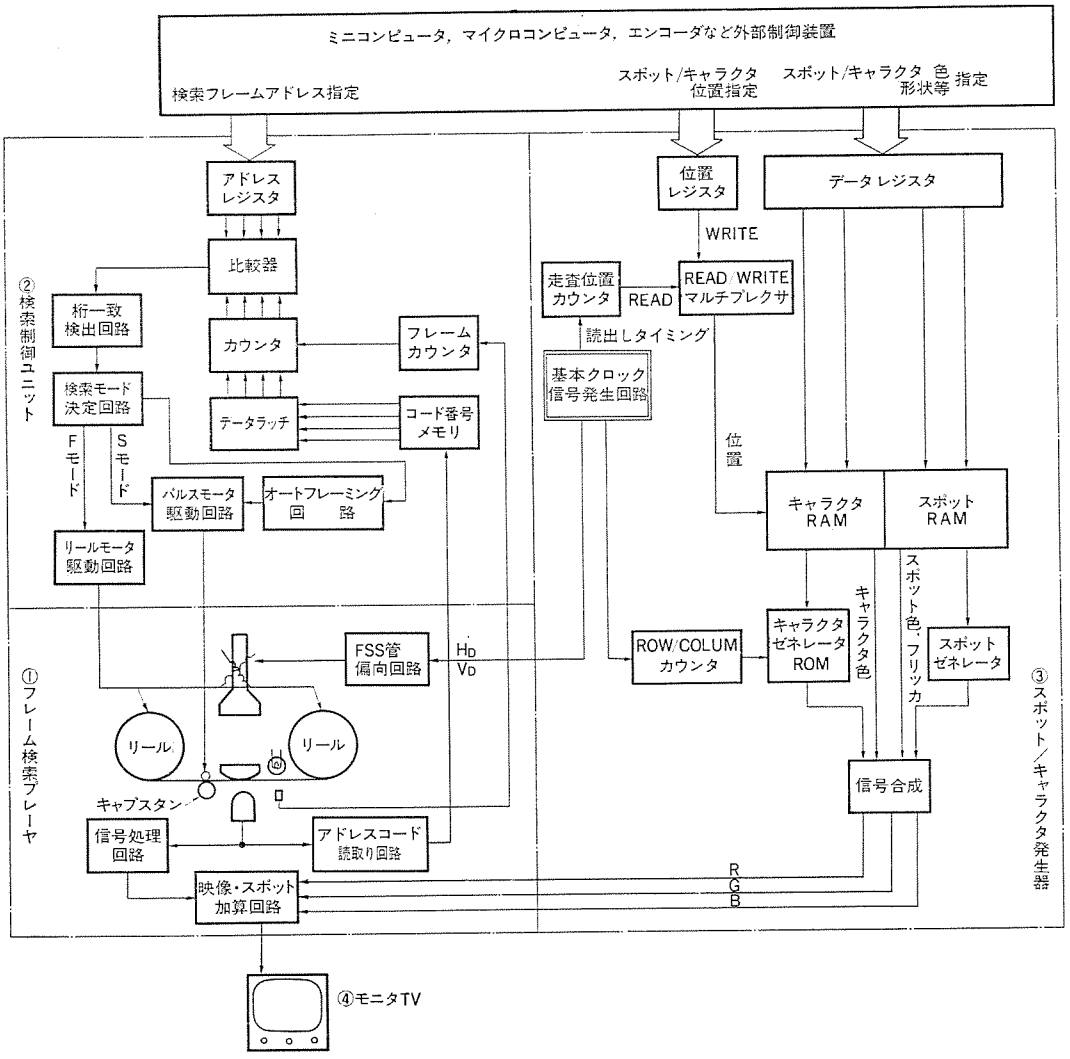


図 1. 画像検索カラーディスプレー装置のブロックダイヤグラム

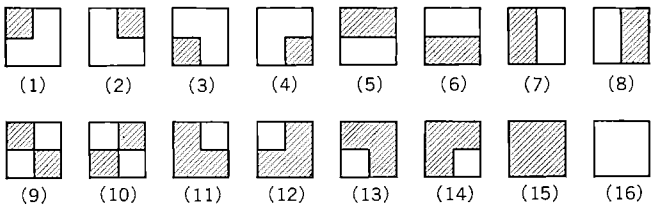


図 2. スポットパターン

索されたままになっているフレームアドレスが記憶されており，前述のアドレスレジスタの内容とこのカウンタの内容とが比較器で比較される。この結果はけた(桁)一致検出回路でどの桁まで一致しているか，また不一致となる最初の桁でどちらのアドレスが大であるかを判定する。次に，検索モード決定回路は100の桁が一致するまで高速でフィルムを送るFモードを指令し，また，100の桁が一致すれば，低速送り(Sモード)を指令する。

Fモードではリールモータ駆動回路によりリールを駆動し，Sモードではパルスモータ駆動回路によってキャプスタンを駆動する。Fモード及びSモードでのフィルム送り速度はそれぞれ，1.5 m/s及び3 cm/sである。Sモードで検索する段階すなわち，所定のコマに近接するとフィルム上の画わく(枠)信号(フレームマーク)を読まず各フレーム上に記録されたアドレスコードを直接読んで進み，そのコードをパリティチェックなどの検定を行ってコード番号メモリ回路に入れる。フレームアドレスの読込みは5回くり返し正しいコードであることが確認されると，前述のカウンタの内容と入換えられる。Sモードでの検索でカウンタの内容が所望のコードと一致するとオートフレーミング回路が働き，パルスモータの微動でフレーム合わせを行って検索を終了する。

2. 2. 2 スポット・キャラクタ発生部

フィルムより再生された画像を固定情報とするならば，可変的な情報としてスポット及びキャラクタなどの情報を発生させ，ブラウン管面上で合成することができる。スポットやキャラクタの表示のために1画面分の可変情報を記憶するランダムアクセスメモリ(RAM)とこのRAMの内容に対応して各画面位置にスポットまたはキャラクタの信号を発生させるリードオンリメモリ(ROM)が準備されている。スポットは，1個のキャラクタ領域(1ブロック)に図2.に示すような16種類のスポットパターンを表示することができる。なお，RAMには番地が付けてあり，この番地はモニタTV画面の走査線位置及びスポット/キャラクタ表示位置に対応している。

図1.において外部から指定されたスポットパターンあるいはキャラクタコードは，表示すべき位置に対応したRAM番地に書込まれている。一方フレーム検索プレーヤ部のFSS管偏向回路と連動して更新される走査位置カウンタの内容と同じRAM番地の内容はスポット・ジェネレータあるいはキャラクタ・ジェネレータに送られ映像信号に変換されて信号合成回路へ送られる。最終的には，フィルムの画像情報と重畳されてモニタTVに映し出される。

2. 2. 3 モニタTV部

この装置では，検索されたフィルムの画像とスポットやキャラクタを鮮明に表示するため，高解像度ブラウン管を採用し，赤(R)，緑(G)，青(B)の色信号と同期信号の4入力タイプのカラービデオモニタを使用している。

2. 3 エンコーダ

この装置はミニコンピュータやマイクロコンピュータ等に接続して使用されることが多いが，この装置のオプションであるエンコーダと組合せて使用することも可能である。すなわち，エンコーダに接続された監視対象のリレー接点信号は画像検索カラーディスプレー装置を制御するフレームアドレス番号，スポットの画面上の位置，色，形状などのTTLレベル信号に自動的に変換されるので，ミニコンピュータのような装置がなくてもこの装置を作動させることができる。なお，この装置を作動させるためには，ミニコンピュータによるかエンコーダによるか，いずれの場合もフィルム番号12ビット，スポットまたはキャラクタ位置11ビット(水平位置6ビット，垂直位置5ビット)，スポット形状4ビット，スポット色3ビット，及びフリッカ指定1ビットの情報が必要である。1個のリレー接点信号に対応して，これらの情報を書換え可能なコアメモリに記憶させているが，表示すべきスポットの総数に応じてメモリ容量を増減することが可能である。エンコーダにはオート/マニュアルの2動作モードがあり，スイッチにより切換えが可能である。通常，スイッチはオート側にしておく。この状態で図3.の監視対象リレー接点入力のうち，いずれか1個でもONになると，まずメモリデータラッチはそのリレー番号を判定し，そのリレー信号に対応するフィルム番号，スポット位置，スポット形状，スポット色，フリッカ指定など，表示に必要な情報をメモリから取り出し，フレーム検索タイミング信号，スポットライトタイミング信号とともに画像検索カラーディスプレー装置に送る。引き続きメモリ内で，ONになったリレー接点と同一フィルム番号の全リレー接点の状態を調べ，表示に必要な情報を送ると，モニタTV上に画像とスポットまたはキャラクタが表示される。またオート/マニュアルスイッチをマニュアル側にした後，マニュアルキーでフィルム番号を選択すると，オートの場合と同様に，そのフィルム番号の画像とその画像に表示されるべき全リレー接点の状態がスポットまたはキャラクタでモニタTV上に表示される。

2. 4 ライトペン

この装置には前述のエンコーダの外に，ライトペンがオプションとして用意されている。ライトペンをモニタTV画面上に押し当てると，その位置

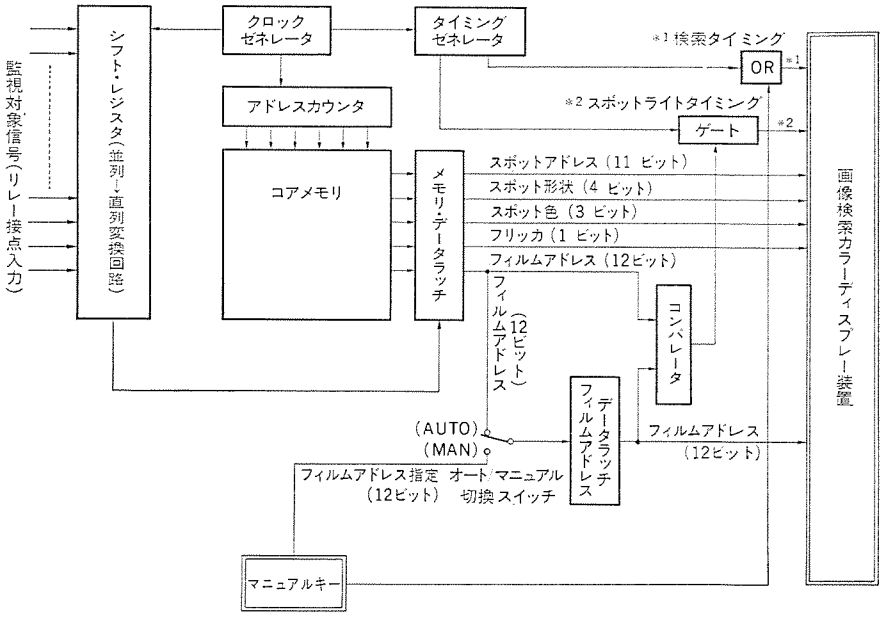


図 3. エンコーダブロックダイヤグラム

表 1. 主要仕様・性能

1. フィルム形式	8.75 mm 幅アドレスコード付特殊フィルム
2. フレーム収容数	最大 1,000 フレーム
3. 検索時間	最大 7 秒
4. 検索方式	フレームマーク及びアドレスコードを光学式に併用読取りする方式でランダムアクセス可能
5. フレーム停止精度	9 H (TV ライン) 以内
6. フレーム指定信号	4 ビット BCD 3 けた
7. インタフェース	TTL レベル又はリレー接点
8. スポット書込区画	縦 56×横 72=4,032 区画より選択指定可
9. キャラクタ書込区画	縦 28×横 36=1,008 区画
10. スポット/キャラクタの種類	最大 7 色 (フリッカ可)
11. 映像出力	1 V p-p 75 Ω 正極性
12. S/N 比	40 dB 以上
13. 解像度	水平 40 本以上

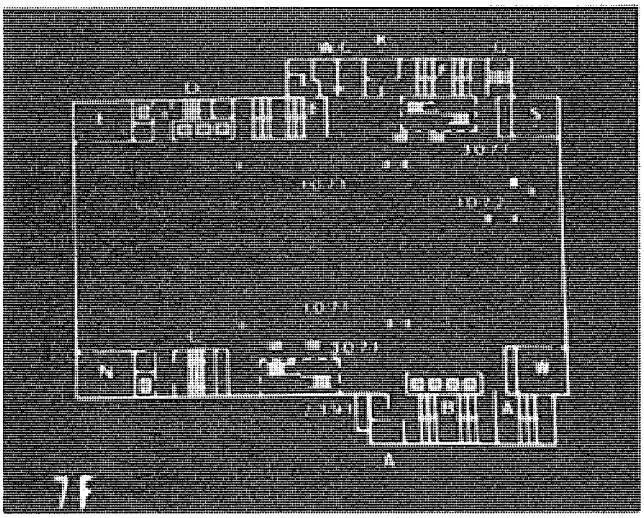


図 4. モニタ TV 画面表示例

を垂直方向，水平方向の座標信号として外部に取り出すことができ，ミニ コンピュータ，マイクロ コンピュータ などに適宜入力し処理させることにより，マンマシン 対話が可能となる。

以上の機能と動作原理を備えたこの装置の主要仕様を 表 1. に，また モニタ 画面表示例を図 4. に示す。図 4. は ビル の フロア 平面図上に，スポット を重畳表示した例である。平面図，英数字などは固定画像である。A, B, C, D, F, G は階段名，E, K, N, S, W は電気・機械室名，4 桁の数字は設備機器番号を示している。数字近傍の四角形が スポット であり，可変情報である。実際の スポット は 7 色 カラー で表示している。

3. 装置の適用例

3. 1 防犯監視システムへの適用例

この装置の適用例として，(株)小田急百貨店と共同開発し，同社町田店に納入した防犯監視 システム について説明する。

3. 1. 1 システム機能と構成

同店では センタ監視制御方式の採用 により 閉店後の建物の機械警備を行なっており，図 5. に示す機器構成と機能を有している。地上 9 階，地下 2 階，延面積 65,000 m² の建物内に分散配置されている種々の機械警備用端末機器の状態変化情報は，マルチエコー(伝送装置) と リレー 盤を経由し監視卓と エンコーダ に入力される。この情報は，ディジタルプリンタ に記録されるとともに モニタ TV に フロア 平面図と機器動作状態の集約表示がされるので，センタ 内の監視機器の設置 スペース の削減を可能にしている。

この装置の フィルム には，フロア 平面図，ビル の断面図，端末機器番号などが記録されており，情況のは(把)握と監視卓での選択操作を容易にしている。

この システム で採用した機械警備用端末機器には，図 5. に示すように，侵入検知器として ダイヤアラーム (マイクロ 波式) 及び シャッタ・防犯とびら(扉)に取付けられた開戸 センサ の外，ダイヤアラーム と連動する重要箇所監視用 ITV カメラ その他がある。また，新たに開発された コールメイト (微弱電波を利用した無線装置) は，巡回員と センタ 相互間の呼出通話を可能にし，ビル 警備の効率化を実現した。

3. 1. 2 システムの動作概要

この システム の監視形態は ①平常時，②警戒体制時，③非常事態発生時，④再警戒体制時の 4 種類に大別される。モニタ TV 画面への機械警備端末機器作動状態の スポット 表示方法は，監視形態によって異なるが，その関連性を図 6. に示す。

(1) 平常時

デパート 営業中は侵入検知は行わないが一部端末機器の作動状態を監視する。この状態を平常時と呼ぶ。モニタ TV 画面は待機状態にあるが，端末機器の作動状態を センタ で確認する必要が生じた場合には，監視卓で フロア 平面図番号を指定することにより，モニタ TV 画面上に平面図と作動状態が，図 6. に示す スポット 色で表示される。なお非常通報 ボタン が押された場合は平常時であっても，モニタ TV 画面表示が優先的にかつ自動的に行われる。

(2) 警戒体制時

デパート 閉店後，戸締など必要な処置がなされたことを モニタ TV 画面で確認した後，監視卓から端末機器作動の自動検知を行わせるための指令を実行すると警戒体制に入る。このとき，モニタ TV 画面上の スポット 表示は図 6. に示すように変化する。また ITV カメラ は非常事態発生に備え，待機状態に入る。

(3) 非常事態発生時

警戒体制時に ダイヤアラーム，開戸 センサ が作動し侵入検知がされるか

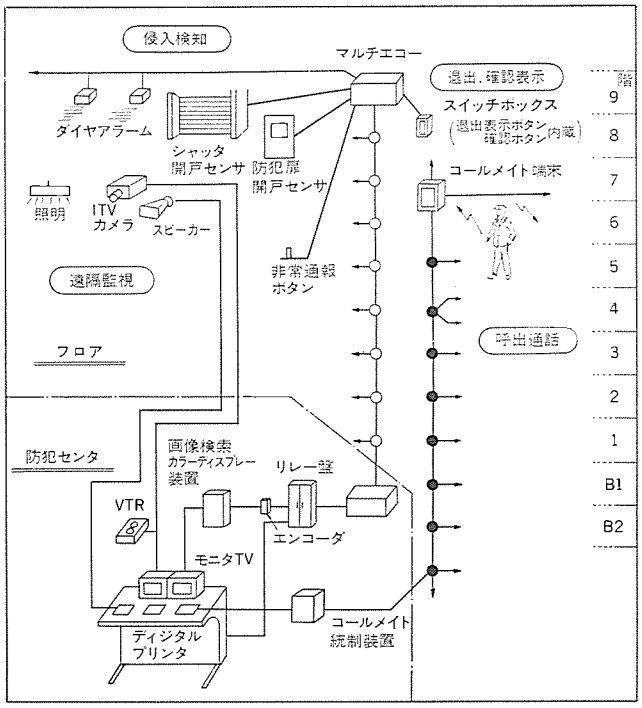
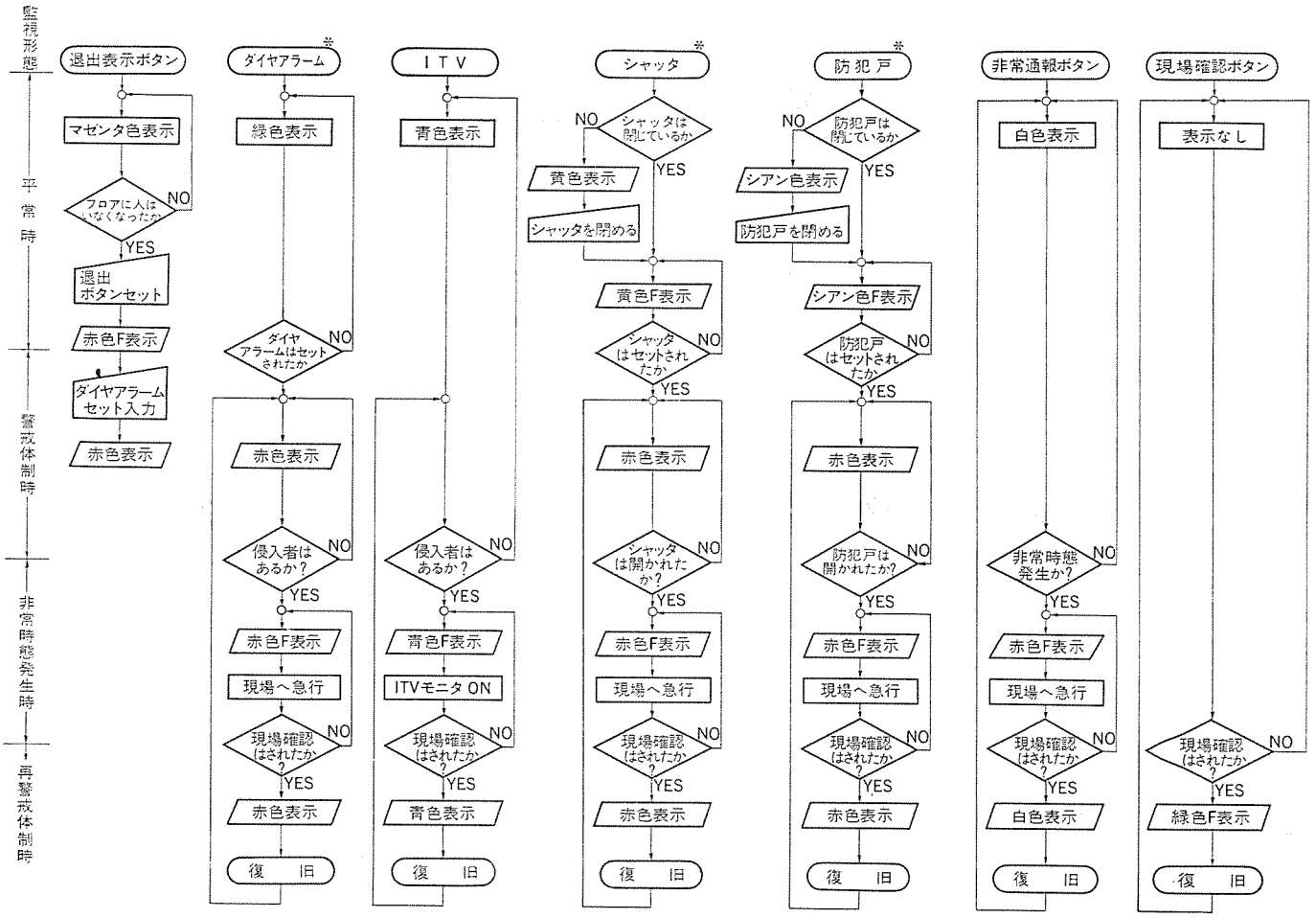


図 5. (株)小田急百貨店納め防犯 システム 概念図



＊印は侵入検知対象機器，また F は フリッカ を示す

図 6. 機械警備端末機器と スポット 表示の関係

あるいは非常通報 ボタン が押された状態を非常事態発生時と呼ぶ。この場合自動的に モニタ TV 画面に非常事態発生階の フロア 平面図が表示され，作動した端末機器の赤色 スポット が フリッカ し同時に記録がとられる。また ダイヤアラーム が作動した場合には ITV カメラ が自動的に選択され，現場状況が ITV モニタ に映し出され，VTR 記録が行われる。なお，選択された ITV カメラ は フロア 平面図上，青色 スポット の フリッカ 表示がなされ位置確認ができる。

(4) 再警戒体制時

非常事態発生に際し，警備員は現場に急行し確認及び必要処置を行った後，確認 ボタン を現場で押すと モニタ 画面右下部に緑色 スポット が表示される。次に監視卓の キースイッチ で確認操作を行うと緑色 スポット は消え再び警戒体制状態に入ることができる。なお複数 フロア にまたがって非常事態が発生した場合にも対処できるよう考慮がなされていることは言うまでもない。

3. 2 ビル防災システムへの適用例[1]

3. 2. 1 システム機能と構成

旭川医科大学に納入した多とう(棟)建物群を対象とする ビル 総合管理 システム のうち防災管理 サブシステム をとりあげ，画像検索 カラーディスプレー 装置の使用例を紹介する。この システム 構成を図 7. に示す。防災信号を含めすべての中央監視制御信号は伝送装置 (データウエー) を経由して中央処理装置 (MELCOM 350-7) と接続されている。防

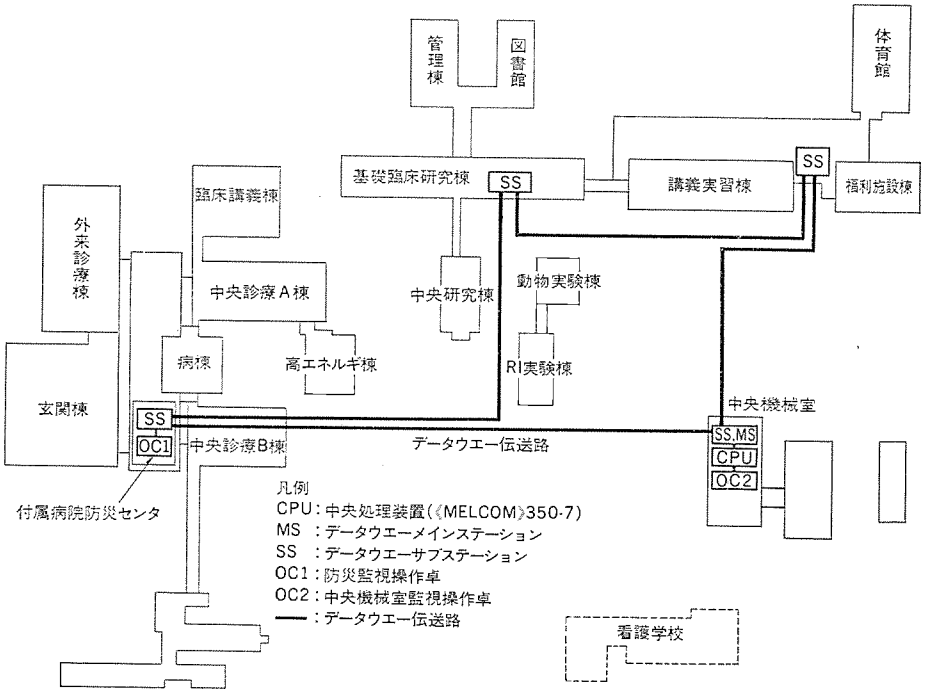


図 7. 旭川医科大学納め中央監視制御 システム 構成図

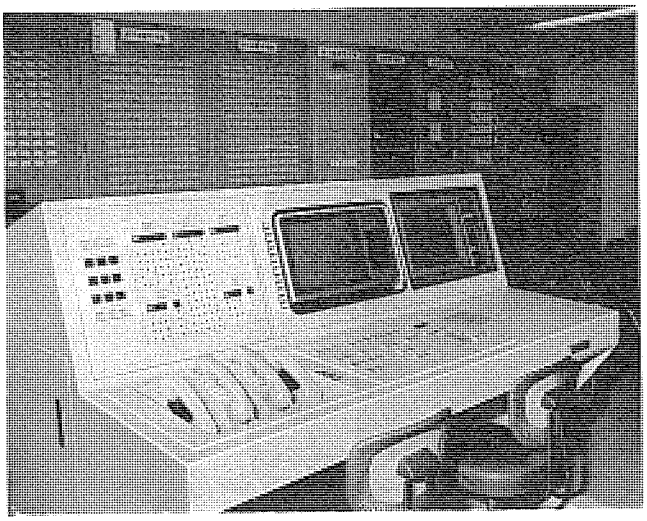


図 8. 防災監視操作卓

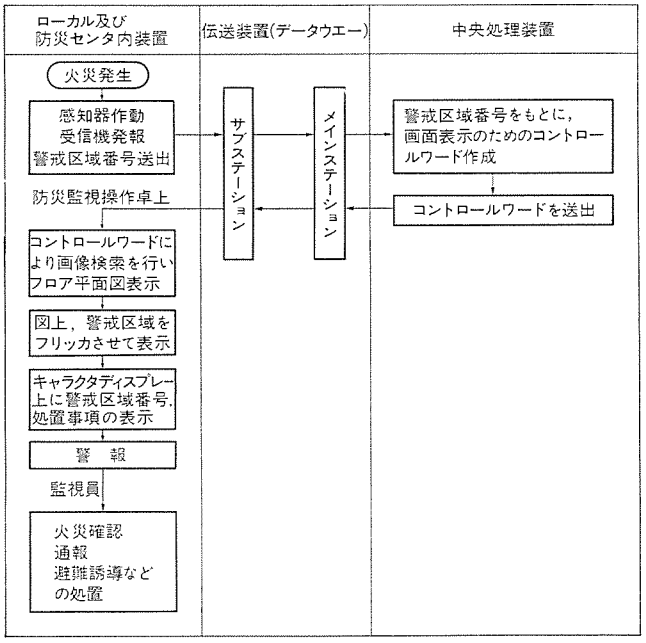


図 9. 自動火災報知設備作動時の動作 フローチャート

災 センタ は大学内の中央機械室内，付属病院内に 2ヵ所あり，このうち付属病院内防災 センタ の防災監視操作卓（図 8. 参照）にこの装置が組込まれている。この卓は中央処理装置と データウエー を介して接続されており，画面表示の コントロール はすべて中央処理装置の指令によって行われる。表 2. にこの システム で実施している防災監視制御機能を示す。

防災 センタ 内の監視装置に画像表示機能を持たせたことにより，火災発生場所の早期把握，早期確認処置が期待される。

3. 2. 2 システム動作概要

幾つかの防災機能のうち，火災発生の場合の システム 処理動作 フローチャート を図 9. に示す。以降に図 9. の概要説明を行う。まず，火災が発生すると，感知器が作動し，自動火災報知受信機は信号を受信し警報発報を行う。この信号は警戒区域番号として，データウエー の

表 2. 防災監視制御機能

機　　能	機能作動タイミング	CRT 画面表示 *1	集約表示 *2	警報記録 *3	操作制御
1. 火災発見監視	1. 自火報受信機発報時	○	○	○	
	2. 非常電話選択時	○	○	○	
	3. スプリンクラ作動時	○	○	○	
2. 防火・防排煙設備監視	1. 防災盤発報時	○	○	○	
	2. 動力制御盤からの信号入力時		○	○	
3. 消火設備監視	1. 自火報受信機，スプリンクラ制御盤発報時	○	○	○	
4. 空調設備監視制御	1. 火災時の空調停止制御時	○	○	○	○
5. 昇降機監視	1. 火災時の避難階着床信号入力時			○	
6. 音声系監視	1. 非常放送系統選択時			○	
	2. 非常電話選択時	○	○		○

* 1. フロア平面図表示及び図上に発報警戒区域，機器作動状態をスポットで重畳表示
* 2. 設備作動状況を設備単位，フロア単位でランプに集約表示
* 3. タイプライタに記録

サブステーション，メインステーション 経由で中央処理装置へ送られる。中央処理装置はこの番号をもとに，画面表示のための コントロールワード を作成し，データウエー の メインステーション，サブステーション 経由で，防災 センタ 内の防災監視操作卓内に収納されているこの装置の制御装置に送る。制御装置は既に述べた機構により モニタ TV 画面上に火災発生場所の フロア 平面図を表示し，その図上に警戒区域を赤色 スポット で囲み，フリッカ させる。同時に卓内 ブザー が鳴動し，画像表示用 ブラウン 管に隣接する キャラクタディスプレー 画面に警戒区域番号をはじめとする オペレーターズガイド を表示し，防災 センタ 監視員の注意を喚起する。表 2. に示す他の機能も，画像表示処理は同様な手順によって行われる。

4. む　す　び

以上，画像検索 カラーディスプレー 装置の機能，特徴などと，二つの適用実例を紹介してきたが，この装置の利用により，監視機能の向上つまり，異常状態の早期発見，確実迅速な状況把握が実現できた。またこの装置は表示画像 ファイル を フィルム に持たせているので，処理装置 メモリ の大幅削減が可能になり，大形処理装置の導入がむずかしい小規模監視 システム への画像監視の採用が極めて容易になったことになる。

今後は（1）フィルム 作成・変更手順の簡単化，（2）画像検索の スピードアップ，（3）画面画質の向上といった点に一層の改良を加えてゆくつもりである。

本稿執筆にあたり，文部省管理局教育施設部札幌工事事務所 三上係長，（株）小田急百貨店施設部 水町部長，渡辺次長をはじめ，関係各位よりご助言いただいた。末筆ながらここに厚く御礼申しあげる次第である。

参 考 文 献

（1） 和泉，小沢：三菱電機技報，50，No. 7（昭51）

特許と新案

ケーブル故障検出装置 (特許第757032号)

発明者　高田信治・菅井英介

この発明はケーブル系を中間に介在させた架空系送電線においてケーブル部分の故障を検出し，その故障信号を架空系末端で受信し，警報表示を行うと共に，再閉路ロックなどの必要な制御処置を行うようにしたケーブル故障検出装置に関するものである。

図1.はケーブル系が中間にある架空系送電線を示す図でA，Bはそれぞれ変電所を示しC，Dはケーブル立上り個所(1)(4)は架空送電線(2)はケーブル送電線(3)はケーブル故障検出用表示線である。

図2.は図1.のケーブル系が中間にある架空系送電線に適用できるこの発明の原理を示す図で，(5)はケーブル故障を検出する表示線継電装置であって，表示線(3)及び(6)によりおのおの三端子を構成し，ケーブル故障信号受信端においては表示線継電装置を非電源端として運用する。すなわち非電源端装置より入力CT側を無限大のインピーダンスとする。このようにすることによりケーブル故障信号受信端においては，ケーブル部分の故障を確実にまた直接検出することができる。また(7)は表示線故障検出装置を示し，装置(5)の非電源端を表示線故障検出端(親端)とすることにより，その端にて直接監視できる。

このようにこの発明によれば，中間にケーブル系を含む架空系送電線のケーブル故障検出装置において，表示線保護継電方式を用いた場合，ケーブル故障信号受信端（架空送電線端）に非電源端として表示線保護継電装置を備えることにより，ケーブル系末端よりケーブル故障信号受信端への信号転送装置が不要となり，ケーブル部分のみの故障を確実に検出できると共に，ケーブル系末端には制御電源とか変成器などを必要としないなどの諸効果がある。

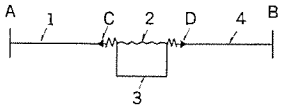


図1

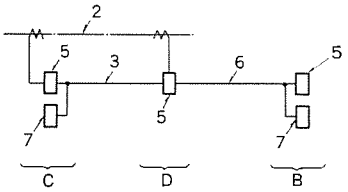


図2

ひずみ(歪)測定素子 (特許第785183号)

発明者　高橋康英・小鯛正二郎

この発明は例えば注形レジンなどの内部歪を測定する歪計に関するものである。

従来はレジンの内部に温度計を埋込むか，同筒の内面に歪計をちょう(貼)付したものを使用していたが，前者は歪の絶対量を知ることができず，また圧縮側しか測定できず，更にどこへでも埋込むというわけにはいかなかった。後者は絶対値は求め得るが，形が大きくまた前者と同様の問題があった。

この発明は図1.に示すように，端部にふくらみ部(2)が形成され注形レジンに比較して線膨脹係数が小さい基板(1)の両面に歪計G_{A-1}，G_{A-2}を貼着し，また鉄板(3)，アルミ板(4)のごとく熱膨脹係数の異なる二種の部材を接合させ歪計G_{D-1}，G_{D-2}をアルミ板(4)に貼着したものを基板(1)の両面に間隔をもって対向配置させ，モールド部材(5)にて一体成形したものである。基板(1)とふくらみ部(2)とで受感部を構成している。歪計の各抵抗素子は図2.に示すようにブリッジ結線するか，歪計G_{D-1}，G_{D-2}が使用されない場合は，歪計G_{A-1}，G_{A-2}は直列に接続されている。

このように構成すると，型に注入されたレジンがふくらみ部(2)の周囲で硬化するとふくらみ部(2)の＋印間の軸方向の引張りまたは圧縮歪によって受感部は変形する。この変形の歪は歪計 G_{A-1}, G_{A-2} によって検出され，外部に接続された静または動歪計に表示される。従って，小形な歪測定素子で複雑な形状のレジン内部の任意点の圧縮および引張両歪測定が可能である。

また，歪計 G_{A-1}, G_{A-2} が基板(1)の表裏に貼付されているため，基板(1)が曲げ応力を受けた場合には，その影響は各歪計 G_{A-1}, G_{A-2} で逆に現われ消去される。また基板(1)の厚みと直角な方向の歪に対しては各歪計 G_{A-1}, G_{A-2} が同様な影響を受けるので，歪測定に有効なその厚みと直角方向の歪を2倍にして検出することができる。更に，温度が上っても受感部の伸びはないが歪計 G_{A-1}, G_{A-2} は見掛け上正の歪を生ずる。一方膨脹係数の大きいアルミ板(4)は圧縮歪を受けるため，歪計 G_{D-1}, G_{D-2} にも圧縮歪を生ずる。しかもこの圧縮歪は鉄板(3)の厚み tF とアルミ板(4)の厚み tA によって任意の温度こう(勾)配をもった補正値が得られる。ここで，歪計 G_{A-1}, G_{A-2} における見掛上の歪による $RG_{A-1} \times RG_{A-2}$ の値の変化に対して，歪計 G_{D-1}, G_{D-2} による $RG_{D-1} \times RG_{D-2}$ の値の変化を等しくすれば温度補償が行われる。

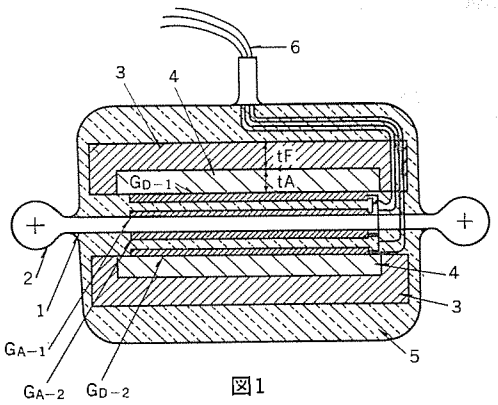


図1

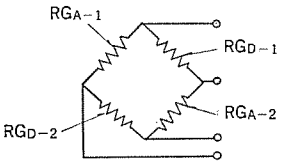


図2

半導体素子のリード線接続方法 (特許第792943号)

発明者　大久保利美・竹原克尚・海田直彦

この発明は，IC などの電極を外部端子に接続する方法に係り，特にその作業性を高め量産に適した方法を提供するものである。

従来より用いられている方法は，半導体素子に設けられた各電極とこれに対応する外部端子とを 20～50 μm の金細線またはアルミ細線をもって1つずつ接続するものであった。このため接続作業に極めて細心の配慮を要し，しかもなおかつ完成品における不良は，これら細線の切断によるものがほとんどであった。

この発明の方法は，まず図1.に示すように，絶縁性基板(5)上に電着などの手段により，必要とするリード線数に対応する数の金属板(または線，箔)(6)を付着させてリード線とし，しかる後図2.に示すように，基板(5)の周辺部をリード線(6)の各一端が必要長だけ外方に突出するように溶かすと共に，中央部Aを同様にリード線(6)の各他端が突出しかつその内方に半導体素子がほぼ収まる程度に溶かし，更にこのようにしたものを図3.に示すように，外方に外部端子(4)が位置すると共に中央部Aに半導体素子(1)が位置するように配置し，突出した各リード線(6)を，内方においては半導体素子(1)の電極(2)に，また外方においては外部端子(4)にそれぞれ接続するものである。

この発明の方法によれば，リード線の固定，接続が従来の方法に比して極めて容易であり，作業性が良好なほか，余分な力がリード線に加わるおそれがなく，切断不良の発生をほとんど防止し得る。

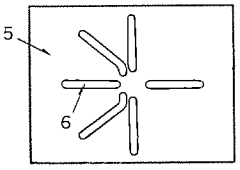


図1

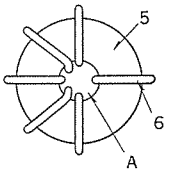


図2

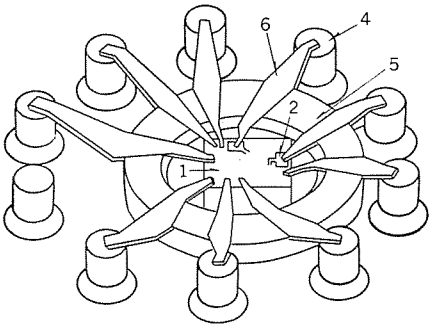


図3

高性能電着絶縁電線

柴山恭一*・佐藤文彦**・地大英毅**・高浜　隆**

1. まえがき

電着塗装法をエナメル電線製造プロセスに適用したMEDIS[(1)(2)(3)]は，使用する塗料が一般の電着塗装に使用されている水溶性樹脂と異なり，高分子量の微細粒子を水媒体中にコロイド状に分散させたものである。その絶縁皮膜はすぐれた機械的特性，電気的特性を有しており，更に従来の浸し(漬)塗装によるエナメル電線に比べて偏肉が少なく，塗料中に有機溶剤を使用しないために安全衛生上の問題が少ないなどの数多くの利点を持っている。この電着塗装法によるMEDIS電線は昭和47年から実用化され，現在電装品，はん(汎)用電動機に月産30～60トン使用され，今までに数千トンの使用実績がある。

近年，大気汚染，資源及びエネルギ枯渇の問題が重大関心事になっている社会情勢から判断して，MEDIS電線は今後更に適用分野が拡大されることが期待される。

筆者らは，より無公害でかつ経済的なプロセスを目指し，MEDISプロセスの改良を進め，後処理工程の簡略化，装置の単純化に成功する一方，新しいプロセスに2重被覆プロセスを導入し，MEDIS特有の耐熱電線の開発にも成功した。

この報文では従来の皮膜形成助剤を使用した後処理を温水処理に切換えたときの電着析出層のコロイド粒子の融着，流動の観点からとらえた皮膜形成機構，及びオーバコートによりMEDIS皮膜が熱的に安定な組成に変わる耐熱性向上機構を述べるとともに，MEDIS電線とその2重被覆電線の特長を，一般特性に，自動巻線機による加工劣化特性及びワニスとの相溶性を加えて述べることにする。

2. 新しいプロセスによる皮膜形成

2. 1 水分散形塗料と後処理方法

MEDISに用いられる水分散形塗料は水溶性塗料と比較して製造が容易なこと，保存安定性が良好なこと，電着析出速度が速いこと，絶縁に必要な厚膜が得られることなど種々の優れた点が多い。また水溶性塗料に比べて分子量が高く，遊離基が少ないため本質的に機械的特性，耐久性，耐薬品性，更には電気的特性に優れ，絶縁皮膜を形成するのに好都合である。その反面，電着析出層が高分子量のコロイド粒子凝集体であるため，加熱硬化時にき(亀)裂をおこし，連続皮膜を形成しにくい欠点がある。

皮膜の亀裂を防ぎ，均一な連続皮膜を形成させるためにMEDISプロセスでは析出層の粒子間の相互融着を促進させる皮膜形成助剤を使用している。皮膜形成助剤として用いる有機物質はポリマー粒子に吸着又は吸収され，塗料の最低皮膜形成温度〔以下MFT(Minimum Film Formation Temperature) とする。〕を下げる。例えば図1.は各種助剤を電線用の水分散形アクリル－エポキシ系電着塗料に添加したときのMFTを示したものである。添加量の増加とともにMFTは低下し，低下の度合は助剤の種類によって異なる。

皮膜形成助剤の添加によってMFTを低下させることはただ単に

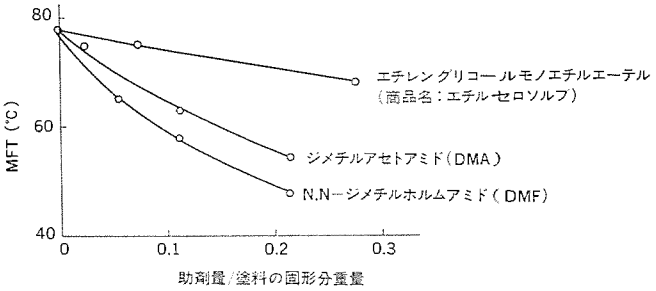


図 1. 塗料の最低皮膜形成温度と皮膜形成助剤添加量の関係

造膜を容易にするばかりでなく，短時間に皮膜形成を完了させる効果がある。この理由については2. 2節で詳しく述べることにするが，短時間造膜によってエナメル電線の高速線引きが可能になり，生産性の向上，ひいては電線製造コストの低廉化につながる。なおMEDISプロセスでは電着析出層に皮膜形成助剤を液体若しくは蒸気の状態で施与しているが，例えば筆者らが開発した密閉式皮膜形成助剤回収装置を用いると，施与量の97％以上が回収可能になり，製造コストの大幅な低下だけでなく節資源，無公害化に貢献している。

筆者らは更に特別な皮膜形成助剤を使用しない方向に研究を進め，高価な皮膜形成助剤を用いないプロセス，すなわちある種の添加剤を少量加えた温水で処理する方法を見い出した。この方法は皮膜形成助剤により塗料のMFTを低下させる従来の考え方を逆にし，電着析出層のまわりに存在する水温を上昇させる方法であり，水中において電着析出層を皮膜化させる低コストの無公害プロセスといえる。

2. 2 皮膜形成

電着析出層の絶縁皮膜は凝集粒子の変形，粒子相互の融着，ポリマー分子の拡散，及び硬化過程を経て完了するが，ここではポリマー粒子が相互に融着して皮膜形成する機構について考える。

一般に水分散形ポリマー粒子の電着析出層の皮膜は，凝集したポリマー粒子が相互に融着することによって形成される。融着の推進力は界面張力であり，ポリマー粒子と，粒子をとりまくふんい気との間に生じる界面張力が引き起こす粒子内外の圧力差はLaplaceの原理により式(1)となる。

$$P=2\gamma/a \quad \cdots\cdots(1)$$

ここでaはポリマー粒子の半径，γは界面張力，pは粒子内外の圧力差を示す。

融着が始まったばかりの2個の粒子をとり上げ，圧力差pによって2個の粒子の接触部においてポリマーの一部が流動し始めた挙動について，Stephanの式[(5)]を適用する。

$$ft=3/4\,\eta\,(l^2/h^2) \quad \cdots\cdots(2)$$

式(2)は2枚の円板間に満たされたポリマーの流動について取扱ったものであり，fは単位面積当たりの力，tは時間，ηはポリマーの粘度，hはポリマー層の厚さ，lは円板の半径を示す。

融着が起こり，粒子空げき(隙)が完全に埋められるために必要と

* 生産技術研究所(理博)　** 生産技術研究所

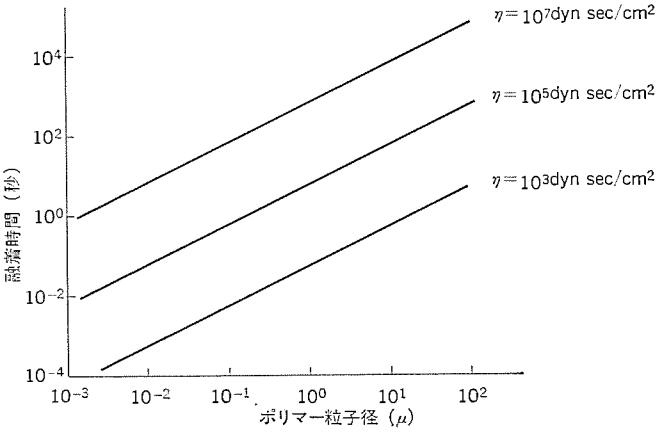


図 2. 各 ポリマー 粘度における融着時間と ポリマー 粒子径の関係（$\gamma_{P.W}=10$ dyn/cm とする）

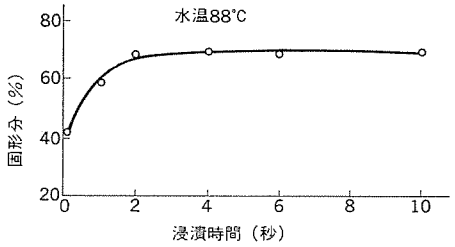


図 3. 析出層の固形分と浸漬時間の関係

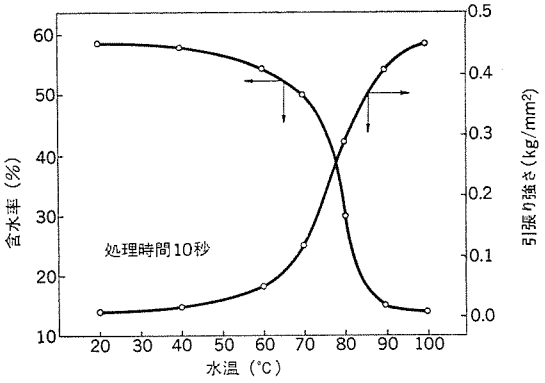


図 4. 処理水の温度と析出層の含水率及び引張り強度の関係

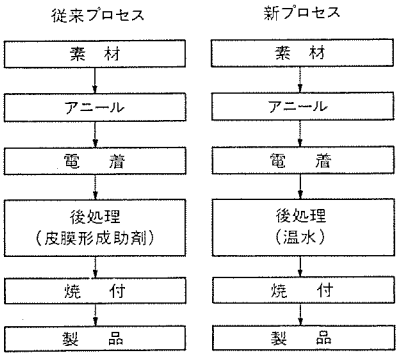


図 5. MEDIS 電線の従来 プロセス と新 プロセス の ブロック ダイヤグラム

される ポリマー の流動体積から求めた l, h を式(2)に代入すると式(3)が得られる。

$$ft=14.7\,\eta \quad \cdots\cdots(3)$$

式(1)において生じる圧力差 p は粒子を融着しようとする力であり，式(3)の f はそのときの抵抗力となる。したがって $f \geqq p$ のときは融着が起こらず，$f<p$ のときに初めて融着が進行する。融着が生じる条件は式(1)と式(3)から式(4)となる。

$$2\gamma/a>14.7\,\eta/t \quad \cdots\cdots(4)$$

式(4)は一定のふんい気中においてポリマー粒子が融着するときの流動現象を取扱ったものであり，η は融着時の ポリマー 粘度である。

MEDIS プロセス の後処理工程に用いる皮膜形成助剤の効果については，2. 1 節で述べたが，式(4)から明らかなように ポリマー 粒子の粘度 η と融着時間 t とは逆比例の関係にある。皮膜形成助剤を使用すると ポリマー 粒子の粘度 η が低下又は γ が増加して皮膜形成が短時間に完了することになる。皮膜形成助剤を用いないで通常の方法で加熱した場合，電着析出層が表面から加熱乾燥され，融着が均一に進まず皮膜内部にひずみが生じ，その結果亀裂が起こる。これに対して温水中では温度上昇に伴う ポリマー 粘度の低下とともに全体にわたって均一な融着が進行するため，容易に連続皮膜が形成し得る。また界面張力 γ は界面活性剤の存在により低下するが，添加剤を含んだ温水により界面活性剤が脱着し皮膜形成が更に容易になることが考えられる。γ に対する添加剤の効果は物質によって特異的であるので，以下には η に対する水温の効果について考察する。

水中における ポリマー と水との界面張力 $\gamma_{P.W}$ は乳化剤が存在する場合には 0～15 dyn/cm 程度とされているため $\gamma_{P.W}=10$ dyn/cm とし，η を仮定することにより図 2. が得られる。図 2. は粒子が融着し，完全に空隙のない状態になるまでの融着時間と ポリマー 粒子径の関係を示している。MEDIS プロセス に用いる水分散形塗料については種類により多少の差は認められるが，通常粒径は 0.02～0.05 μ の範囲にあり，また新しい プロセス の後処理工程に使用する水の温度（通常 MFT より 5～20°C 高い温度を使用する）において示す粘度は 10^4～10^6 dyn sec/cm² 範囲にある。したがって図 2. から上述の温度に保持した水中に電着析出層を浸漬すると 10 秒以内に融着が完了することが分かる。そこで汎用電動機に使用されている アクリル－エポキシ 系 MEDIS 電線 (EDW-E 4) 用の電着絶縁塗料について検討した結果を次に示す。この塗料の MFT は 80°C 前後である。

図 3. は電着析出層を 88°C の水中に保持したときの時間と電着析出層の不揮発分との関係である。高温に保持された水中に浸漬した電着析出層内の水分は短時間に排出され，約 3 秒後には一定となる。

また図 4. は異なる温度の水中に電着析出層をそれぞれ 10 秒間保持し，その時の含水率と引張り強さを示したものである。含水率，引張り強さ共に 70～80°C 付近で急激に変化していることが分かる。

粒子の融着の進行は ポリマー の粒子径 a を増大させる結果となり，水中における皮膜形成を式(4)で完全には表し得ないが，いずれにしても電着析出層を MFT 以上の高温度の水中に浸漬すると数秒で融着が生じ，皮膜形成し得ることを示すものである。

このように電着析出層を短時間に連続皮膜とする温水処理方法は MEDIS の後処理工程に用いられてきた皮膜形成におきかえることが可能になり，新しい プロセス として完成された。

図 5. には MEDIS 電線の従来 プロセス と新 プロセス とを比較したが，後処理工程以外は従来 プロセス となんら変わることなく製造装置もそのまま利用できる。したがって従来の MEDIS プロセス がもつ長所，例えば(1) 1 回 コート 1 回焼付けであるため エネルギ 消費量が少ない，(2)絶縁皮膜の厚さを容易に制御でき，得られた電線の皮膜は偏肉がほとんどない，などはそのまま新しい プロセス の特徴として上げられる。新しい プロセス では絶縁皮膜の特性を向上するため，実際には温水中にある種の添加剤を少量加えたものを後処理工程に採用しているが，有機溶剤を全く使用しない電線製造 プロセス として今後の発

展が期待できる。

3. 2重被覆電線

3.1 耐熱機構

2章で有機溶剤を全く使用しない新しいMEDISプロセスの皮膜形成について述べたが，このプロセスにおいても，従来の浸漬法で適用されているオーバコート方式を特性向上のために利用することができる。この場合，従来の浸漬法によるオーバコート電線（1～2回オーバコート）では，機械的特性はオーバコートした上層の樹脂の特性にある程度依存するが，熱的特性に関しては，ほとんど下層の樹脂の特性と同程度のものしか得られなかった。しかしながらここで紹介する2重被覆電線は，いずれも極めて優れた耐熱性を有する。

図6.は各種電線の熱寿命（IEEE No. 57法）を示したものである。図6.からアクリル－エポキシ系MEDIS電線（EDW-E4）の耐熱性がB種であるのに対し，ポリエステル樹脂を1回オーバコートした電線（EDW-E44），ポリエステルイミド樹脂を1回オーバコートした電線（EDW-E45）共にF～H種の耐熱性を有している。更に注目すべきことは，2重被覆電線がEDW-E4とオーバコート樹脂単体の耐熱性よりも優れていることである。このようにMEDIS電線の耐熱性がオーバコートを施すことにより向上するメカニズムについて，以下赤外吸収スペクトルから得られた結果をもとに議論する。

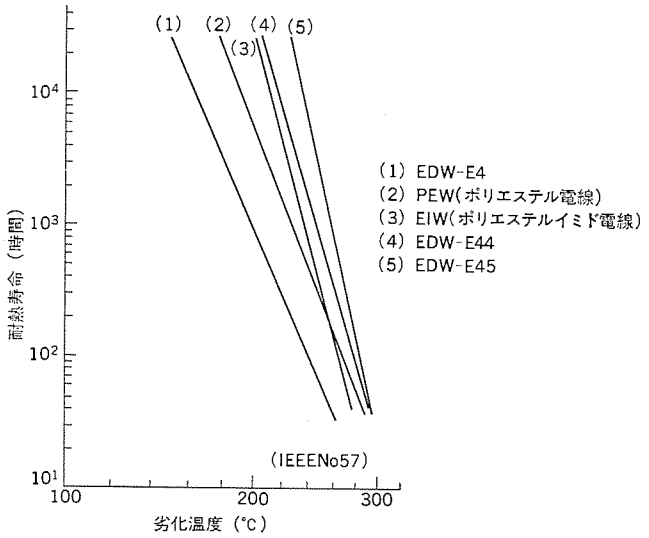


図6. 各種電線の耐熱寿命

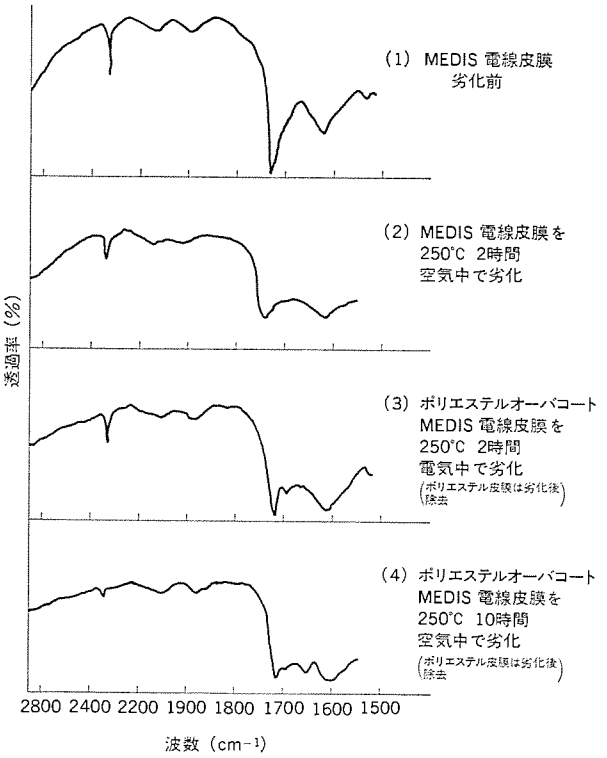


図7. MEDIS電線皮膜の劣化に伴う赤外吸収スペクトルの変化

図7.には，(1)アクリル－エポキシ系MEDIS電線，(2)MEDIS電線を空気ふんい気下で250℃で2時間劣化させたもの，(3)MEDIS電線にポリエステルをオーバコートした試料を250℃で2時間劣化させた後，ポリエステルを除去したもの，(4)は(3)において劣化時間を10時間としたものについて赤外吸収スペクトルの変化を示した。MEDIS電線の劣化前の試料では1,600 cm^{-1}における共役したアミド結合（>C=N-）に基づく吸収から，既にイミジン環類似構造[6]が一部に形成されていることが明らかであるが，MEDIS電線を空気中で劣化すると，劣化の進行が著しく，250℃，2時間で各吸収が幅広くなる。これに対してポリエステルをオーバコートしたものでは1,600 cm^{-1}の吸収の増大及び1,680 cm^{-1}にグルタロイミド環の生成に基づくと考えられるカルボニル（>C=0）の新しい吸収がみられる。また1,660 cm^{-1}にはアミド結合に基づく小さな吸収がみられるが，これは劣化の進行に伴って増大する。この1,660 cm^{-1}における吸収はMEDIS電線を空気中で劣化した場合には観察されない点から考えて，オーバコートによりMEDIS電線皮膜の劣化過程が異なるものと想像される。1,600 cm^{-1}及び1,680 cm^{-1}の吸収から推測したイミジン環とグルタロイミド環の形成についてはMEDIS電線皮膜中の主成分にアクリロニトリル，メタクリル酸，アクリル酸エステルを含むことから図8.のような形成機構が考えられる。

MEDIS電線はその組成から予想される耐熱性よりも優れているが，これは図8.の〔I〕，〔III〕に示すようなイミジン類似環が電線製造時において既に形成されているためと考えられ，オーバコートしたMEDIS電線は〔I〕，〔III〕に示されるイミジン環の増大だけでなく〔II〕，〔IV〕に示されるグルタロイミド環類似構造が熱劣化中に形成され，その後の劣化過程においてもオーバコートしていないものと異なった過程を経ることによるものであろう。

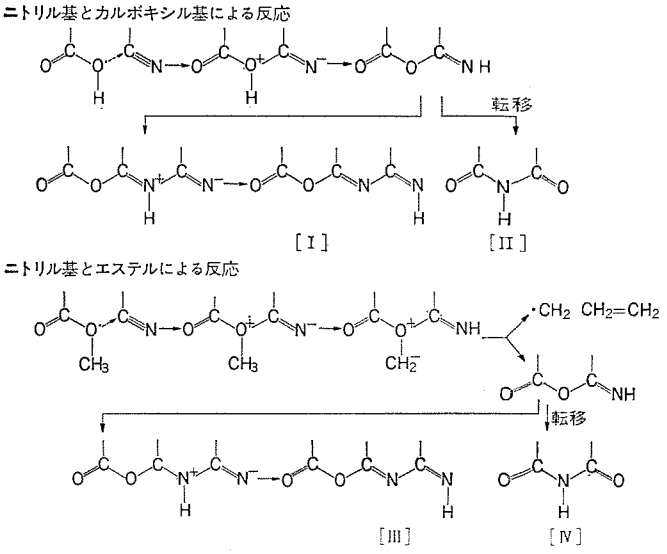


図8. ニトリル基とカルボキシル基あるいはエステルとの環化反応機構

表 1. 2重被覆 MEDIS 電線の一般特性

線種		MEDIS 電線	2重被覆 MEDIS 電線		
記号		EDW-E 4	EDW-E 44	EDW-E44-W	EDW-E 45
オーバコート樹脂		——	ポリエステル	水溶性ポリエステル	ポリエステルイミド
構造	導体径 (mm)	1.000	1.000	1.000	1.000
	皮膜厚 (mm)	0.050	0.050	0.050	0.050
偏肉比		1.10	1.10	1.10	1.10
ピンホール (個/5m)		0	0	0	0
巻付性		1d 合格	1d 合格	1d 合格	1d 合格
絶縁破壊電圧 (kV)		13.5	10.5	13.2	10.9
往復摩耗 (回)		70	79	75	91
1方向摩耗 (g)		2,000	2,340	2,360	2,760
熱軟化温度 (°C)		310	345	340	350
ヒートショック 200°C 1h		2d 合格	2d 合格	2d 合格	2d 合格
耐薬品性	硫酸 (比重 1.2)	合格	合格	合格	合格
	カ性ソーダ (1%)	合格	合格	合格	合格
	ベンゼン	合格	合格	合格	合格

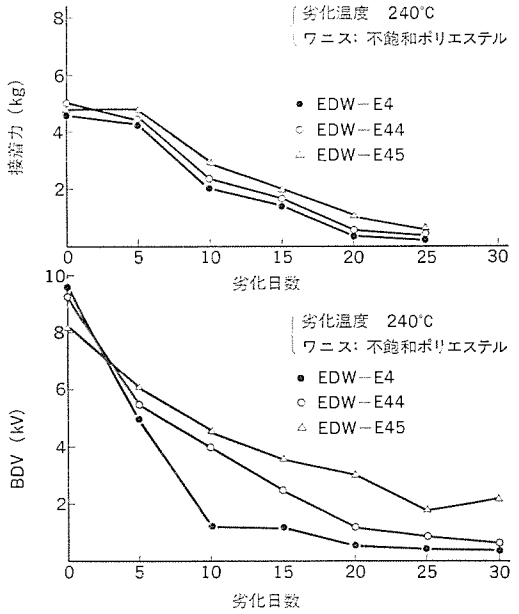


図 9. 含浸ワニス処理した各種電線の劣化特性

3. 2 電線特性

3. 1 節で述べたように良好な耐熱性 (F～H種) を有する2重被覆電線 (EDW-E 44, EDW-E 44-W, EDW-E 45) の一般特性を EDW-E 4 と対比して表 1. に示す。2重被覆電線はいずれも EDW-E 4 に比べて耐摩耗性，耐熱軟化温度が優れており，特性向上の度合は，オーバコート樹脂の特性に依存している。

一般特性以外に電線に要求される特性として，含浸ワニスとの相容性があげられる。図 9. には汎用電動機に用いられている含浸ワニスで各種電線を処理した際の熱劣化による絶縁破壊電圧 (BDV)，接着力曲線を示す。図 9. から2重被覆電線はいずれも EDW-E 4 よりも優れた劣化特性を示し，含浸ワニスとの相容性は良好であると考えられる。

一方ここ数年，高速自動巻線機の導入により過酷な巻線に耐え得る機械的特性も重要な要求特性となっている。図 10. は機械的特性の評価法の一つであるエマーソンスクレイプテストの結果を示す。MEDIS 電線はいずれも PEW よりも良好であり，また2重被覆電線 (EDW-E 44, EDW-E 45) のほうが EDW-E 4 に比べて優れている。次に実際の自動巻線機にかけたときの PEW と EDW-E 44 の BDV 分布曲線を図 11. に示す。同図から PEW に比べて，EDW-E 44 は巻線前，巻線後共にピークが鋭く，高い BDV 値を示す。このことは，EDW-E 44 のほうが長さ方向の均一性がよいこと，巻線加工劣化特性が優れていることをあらわしており，新しい MEDIS プロセスによる2重被覆電線は従来の MEDIS 電線の特長を失っていないことを示す。

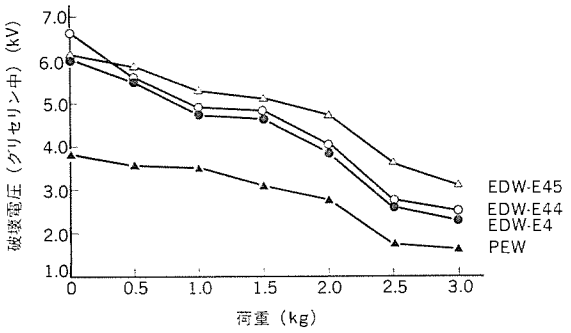


図 10. エマーソンスクレイプテストによる機械的特性

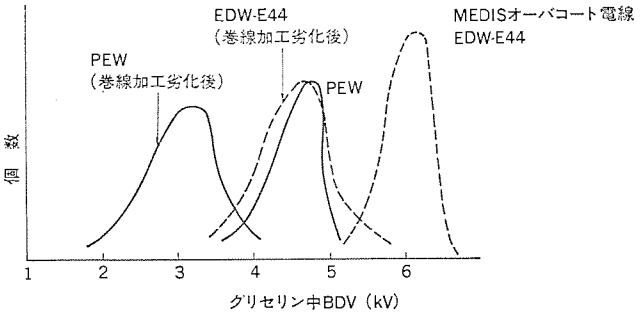


図 11. 巻線加工劣化による BDV 値の変化

以上述べてきた MEDIS 2重被覆電線は，汎用電動機として使用されつつあり，更に相間紙を廃止した電動機用電線としての検討も行われ，今後の販路拡大が期待されている。

4. むすび

新しく開発した MEDIS 電線の製造方法及び耐熱2重被覆電線について紹介した。

従来の MEDIS プロセスに必要不可欠であった皮膜形成助剤による後処理工程を改良し，温水による後処理工程を導入した。

また新規開発の耐熱2重被覆電線は，熱劣化時に自ら耐熱性物質に変化してゆく新しいタイプの高性能電着絶縁電線であり，今後の耐熱性絶縁塗料の開発に大きな示唆を与えるものであろう。

最後に，この研究にあたり，ご協力をいただいた大日日本電線(株)の巻線部，第一電工(株)の研究室の皆様に感謝する次第である。

参考文献

(1) 柴山，佐藤，小野，地大：三菱電機技報，46，No. 10，1,171 (昭47)
(2) K. Shibayama et al. : 11 th EIC., 24 (1973)
(3) K. Shibayama et al. : 11 th EIC., 28 (1973)
(4) K. Shibayama, F. Sato, Y. Hiraoka : 12 th EIC., 242 (1975)
(5) J. J. Bikerman, "The Science of Adhesive Joints" (1961) 2 nd ed. (1968) Academic press.
(6) N. Grassie, J. N. Hay : J. Polym. Sci., 56, 189 (1962)

対話形自動プログラム付ワイヤカット放電加工機

小林和彦*・大丸隆正**・加藤善久**・丸山寿一***・大島道隆***

1. まえがき

当社がワイヤカット放電加工機を発表したのは，昭和47年の国際工作機見本市であった。電極製作を行わずに，単に情報を提供するだけで加工ができる簡易さと確実性によって，物珍しさも手伝い好評を博した。昭和49年及び51年の見本市では，内外の放電加工機メーカ各社ともワイヤカットを前面に打出し，ワイヤカットはわずか数年余りの間に放電加工の一大応用製品に成長した。

この加工法が，このように大きな注目を集めるようになったのは，複雑異形の2次元形状が自動的に，高精度で加工できるという特性を持っていることが最大の理由であるが，更に最近のNC制御や計算機制御技術をバックグラウンドに持ち，NCテープ作成自動プログラムによって容易にテープが作成できるなど，省力性に優れているということもあずかって大きな力になったものと思われる。

ここでは，この加工法の加工原理，特性を述べるとともに，当社の対話形自動プログラム付ワイヤカット放電加工機についてシステムを一通り紹介しよう。

2. 加工原理

ワイヤカット放電加工原理は，図1.に示すように，電極として銅，タングステンなどのワイヤ（細線）を用い，被加工物との間に火花放電を行わせて加工を行う。被加工物を積載しているクロステーブルは，NC制御サーボモータ駆動により，XY 2軸方向に送りが与えられ，任意の2次元形状の加工ができるようになっている。

ワイヤは，供給リールから常に送り出され，放電によって生じる消耗を補正している。ワイヤ径は通常，ϕ0.05～0.25 mmであるが，加工効率，ワイヤ切れトラブルなどを考慮して，ϕ0.1～0.2 mmが一番多く用いられている。ワイヤは，放電圧力などによる強制振動を極小に押さえるため，常に変動のないテンションをかけておく必要があるが，その値は通常抗張力の$\frac{1}{2}$～$\frac{2}{3}$程度にとるのが普通である。

加工液は，純水あるいはケロシンが用いられるが，取扱いが容易で，火災の心配がなく，更に加工の安定性などの理由から，現在ではほとんど純水が使用されている。したがって，純水の導伝率が加工特性に微妙な影響を与え，この値を一定に制御することが加工精度を出す上で非常に重要である。

極間に供給する放電パルスは，ワイヤに流す電流値に制限があるため，同一電流値でも加工効率の高い条件が要求され，それにはパルス幅が狭く，電流ピーク値の高いパルスを用いるほうがよい。この条件を満足するための放電回路としては，コンデンサ放電回路が最適で，トランジスタ式放電回路と組合せたものが一般的である。

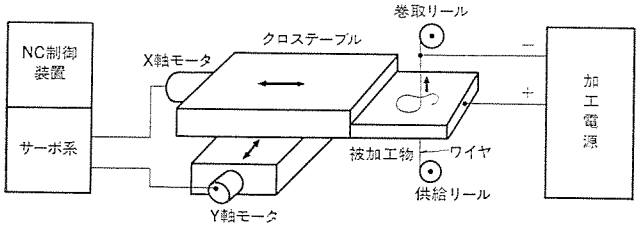


図 1. ワイヤカット放電加工の原理図

以上述べたことから，ワイヤカット放電加工の特長をまとめて示すと次のようになる。

(1) 従来の放電加工のような特定形状の電極製作が不要。

(2) 加工対象は二次元形状であるが，ワイヤ径による最小コーナRという制限を除いては，いかなる複雑な形状でも可能。

(3) 輪郭加工であるため，加工代が少なく，高価な材料が効率よく使える。

(4) ワイヤは連続して送り出され，常に新しいワイヤで加工するので，電極消耗が無視でき加工精度が高い。

(5) ワイヤ径補正（オフセット）機能により，1本のNCテープで，ダイ，ポンチなどのクリアランスが自由に調整できる。

3. 加工特性

3.1 加工速度

ワイヤカット放電加工は，みぞ(溝)幅の加工なので，単位時間当たりの加工断面積で加工速度を定義する。すなわち，加工速度(mm²/min)＝送り速度(mm/min)×被加工物厚さ(mm)となる。一方，加工速度は一般放電加工と同様に，極間に流す加工電流に概略比例するから，被加工物の厚さが厚い程，進行方向への加工面積が大きくなり，それだけ加工電流を流すのに有利になる。

また加工速度は，剛性のほとんどないワイヤを電極として用いる関係上，加工の安定性という面から大きな影響を受ける傾向がある。すなわち極間における放電間げき(隙)が広く，ワイヤ振動の振幅が小さい程，短絡の発生が少なくなり加工が安定する。したがって，それぞれに影響を及ぼす要因としての純水の比抵抗とワイヤテンションも，加工速度と密接な関係を持つと言えよう，比抵抗と加工速度との関係を図2.に示す。

3.2 加工精度

ワイヤカット放電加工における加工精度としては，加工溝幅の変化と真直度があげられるが，後者はこの加工法特有の現象である鼓形状の

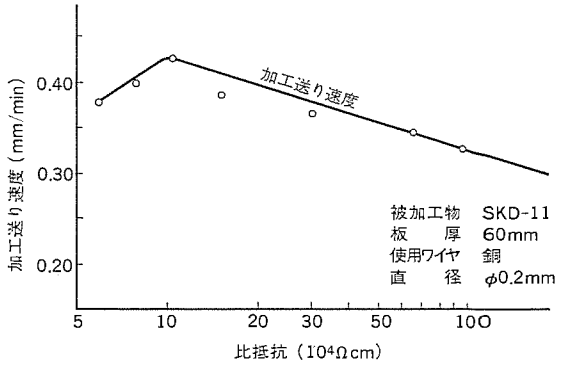


図 2. 加工送り速度と比抵抗の関係

* 名古屋製作所(工博)　** 名古屋製作所　*** 生産技術研究所

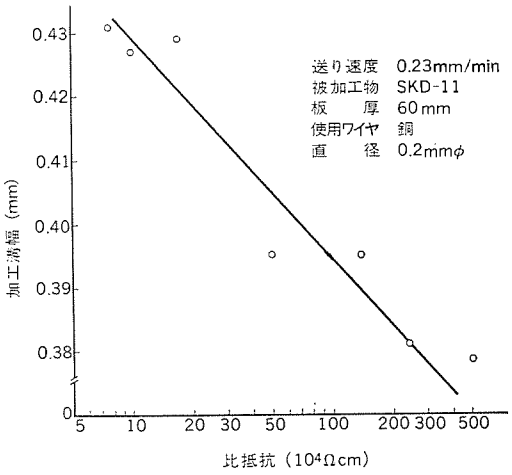


図 3. 加工溝幅と比抵抗の関係

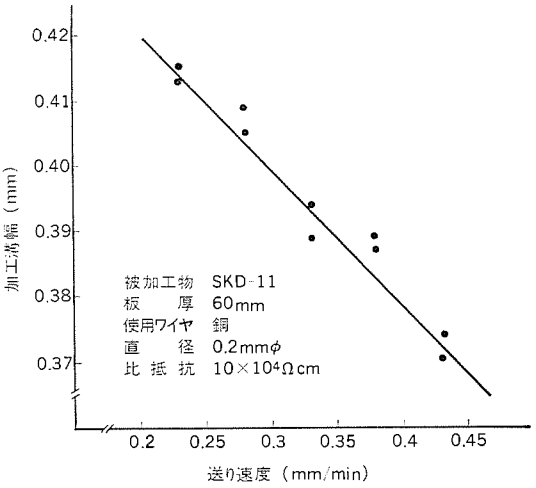


図 4. 加工溝幅と送り速度の関係

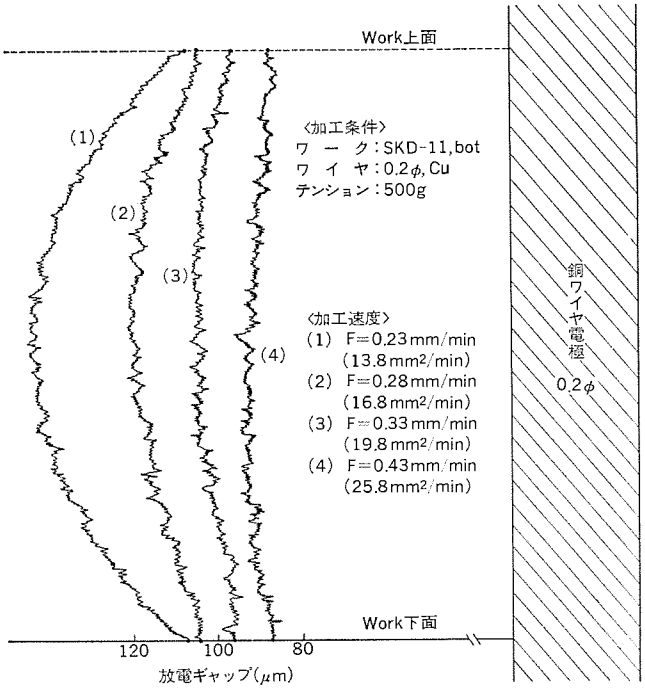


図 5. 鼓形状と送り速度との関係

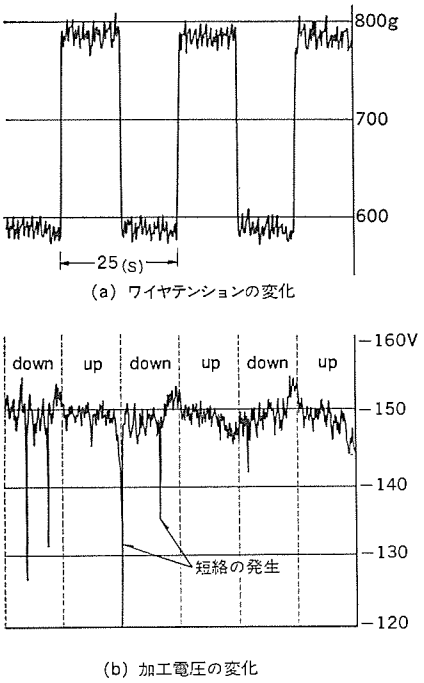


図 6. ワイヤテンション と加工電圧との関係

影響を受ける。まず加工溝幅に影響を及ぼす要因としては，比抵抗と送り速度が主として挙げられ，それらの関係を図 3. と図 4. に示す。

更に加工形状によって特に影響を受ける精度としては，コーナ部の精度があり，ワイヤが外側を回るコーナの場合，一般にだれが生じる。コーナをシャープに加工するためには，コーナ部での送り速度を早めるか，この部分だけ加工電流を下げて加工を行うかなどが必要であり，次章で述べる最適送り制御によって初めてこれが実現可能になる。

次に，鼓形状の発生原因については，一般にワイヤの振動モード（1次モード）によるという考え方と，通常の加工では被加工物表面の上下より加工液を噴流しているので，極間の中間部分が放電によってイオン化して比抵抗が小さくなり，その結果鼓形状が発生するという考え方とがある。いずれにせよ溝幅が狭くなるように加工すれば，鼓形状誤差も小さくなるので，図 5. から明らかなように送り速度をできるかぎり大きくして加工することが大切である。

3. 3 加工面あらさ

放電回路として，2 章に述べたとおりコンデンサ放電回路を使用しているので，放電加工固有の特性としては一般に良好な面あらさが得られるはずであるが，実際にはワイヤのねじれやテンション変動などによって，ワイヤが不規則に振動し，極間に短絡が発生して縦すじが一般に出やすいという傾向がある。図 6. に強制的にテンション変動を与えた場合の加工電圧の変動の一例を示す。テンション変動によるワイヤの振動が，短絡を発生し，その結果加工面にうねりや縦すじが生じるものと考えられる。

4. 計算機制御 NC 方式

機械加工の分野では，工作機械の機能の多様化に対応するためミニコンを内蔵し，ソフトウェアによって制御機能を実現する CNC あるいは DNC が広く適用されてきている。ワイヤカット放電加工は，ワイヤ電極による輪郭制御など従来の NC 機能に加えて，加工速度の適応制御や加工条件の自動選択などの放電加工特有の，かなり高度な制御も要求されるため，計算機制御の高い処理能力を発揮する格好の制御対象であると言えよう。

当社の NC システムは，これらの高度な制御のほかに，オンラインで

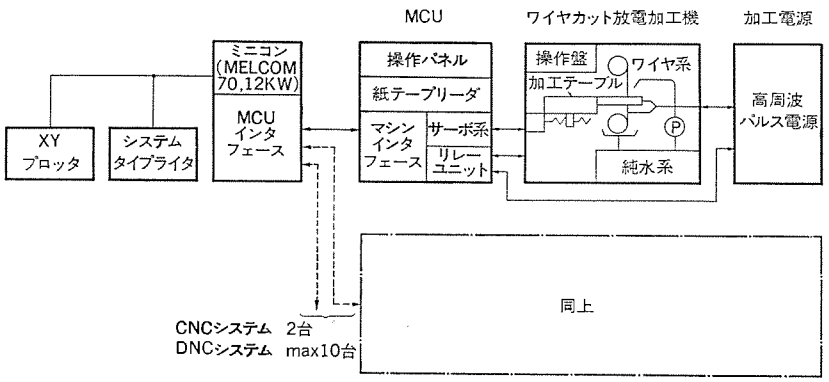


図 7. DNC ワイヤカット放電加工機 システム

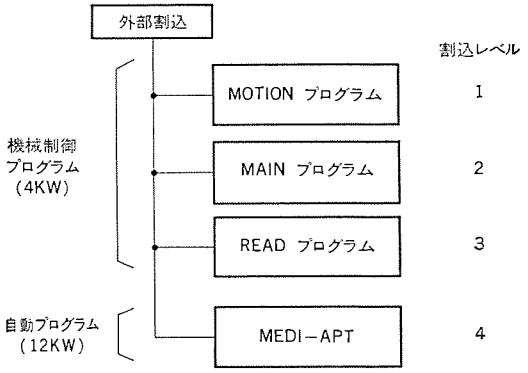


図 9. 制御プログラムの構成

図 8. CNC システム (CNC-2) の外観

表 1. CNC 制御装置仕様　＊印はオプション

項目	仕様
入力方式	紙テープ入力 ISO/EIA*
制御方式	CNC クローズドループ
設定単位	0.001 mm
出力単位	0.001 mm
最大指令値	±999.999 mm
スケール倍率	1/99～1～99/1
ワイヤオフセット	0～±0.999 mm
シーケンス番号	7999
手動送り	高速・中速・インチング
インチング	0.01 mm/1 プッシュ，手動データ入力により任意のインチング可能
ランプ表示	プログラムエラー，プログラムストップ，プログラムエンド，サーボエラー，異常等
補助機能	マシンロック，ブロックデリート，リファレンスブロック，オプショナルストップ等
手動データ入力	移動指令値，ワイヤオフセット値，スケール，倍率，テーブル送り速度等
補間機能	直線・円弧
ミラーイメージ	X 軸・Y 軸単独・同時
表示機能	現在位置，ワイヤオフセット値，指令値，モーダル
位置指令方式	アブソリュート，インクリメンタル併用
テープリーダ	200 文字/秒，テープ巻取装置*
最適送り制御	標準付属
図形チェック装置	機械テーブル連動/XY プロッタ*
システムタイプライタ	M 270/M 271*，MEDIAPT 無のときは付属しない
制御台数	2 台
その他	磁気ディスク*，磁気カセットテープ*，高速テープリーダ*

実行できる専用の自動プログラムを備えた特長あるシステム構成となっている。製品系列的に言えば，比較的小規模なシステムを対象にした，2 台の機械の制御ができる CNC システムと，10 台までの機械の群制御が可能な DNC システムとがあるが，基本的な NC 機能は両者とも全く同一である。ここでは前者のシステムを中心に紹介する。

4. 1　ハードウェア構成

このシステムのハードウェア構成を図 7. に示す。またその構成の外観の一例を図 8. に示している。制御装置は，ミニコン《MELCOM》70/MODEL 20, 16KW (ベーシック) と機械制御ユニット MCU (Machine Control Unit) を含む箱体と，システムタイプライタ及び XY プロッタから成り，後者の二つは自動プログラムの入出力装置として使用される。ミニコンは，図 8. のように複数台の加工機が MCU を介して接続可能なように構成されており，これらを時分割で同時に制御する。

MCU は機械の動作状態の表示，動作条件の設定スイッチなどの配置された操作パネル，加工指令値をミニコンに入力する紙テープリーダ，ワイヤ送り，加工液などのコントロールを行うリレーユニット，及び加工テーブル駆動のサーボ系から構成されている。サーボ系は，レゾルバ検出トランジスタ PWM (Pulse Width Modulation) パワーアンプ駆動の DC サーボ系で，1 μ/1 パルスのファインスケール補間と相まって高精度の位置制御を実現している。

加工機本体では，DC モータによりクロステーブルの送りを制御することにより，ワイヤ電極による任意の輪郭形状の加工が行われる。加工電源は，ワイヤカット放電加工として新たに開発したトランジスタ高周波パルス電源が標準構成となっている。

なお，CNC 制御装置の仕様は表 1. に示すとおりである。

4. 2　ソフトウェア構成

ワイヤカット放電加工機の制御プログラムは，図 9. に示す 4 レベルの割込処理プログラムから構成されている。常時は，ミニコンはアイドル状態にあり，次章で述べる自動プログラム (MEDI-APT) が始動されて占有処理を実行し，更に上位 3 レベルの機械制御プログラムが割込み，加工機の制御を行う構成となっている。このため，すべての処理がリアルタイムで実行され，複数台 (最高 10 台) の機械と自動プログラムがそれぞれ独立に，他に干渉されることなく制御実行される。機械制御プログラムの各レベルの概略機能は次のとおりである。

(1)　READ プログラム：　各機械の MCU に設置されているテープリーダから，加工指令データを 1 ブロック単位に読み取って，入力テーブルを作成する。

(2) MAIN プログラム： 入力テーブルのデータから補間の前処理を行い，出力テーブルを作成する。また各機械から発生する操作割込みの処理などを行う。

(3) MOTION プログラム： 出力テーブルを用いて補間演算を実行し，位置指令やその他すべての動作指令を出力する。

機械制御プログラムは，基本機能が約 3 KWで，そのほかに接続機械の増設と，各種のフェイルセーフ機能のためのプログラムがあり，全体で 4 KWの構成となっている。

4. 3 制御機能

前に述べたように，このシステムでは複数台のワイヤカット放電加工機を制御でき，各機械は同時 2 軸の位置決め，直線・輪郭制御を含む標準的な NC 機能に加えて，次に説明するような制御機能を備えている。

(1) 最適送り制御： 極間の時々刻々変化する加工状態を検出し，その加工状態に応じた送り速度をオンラインで決定する。この機能により加工状態が極めて安定で短絡がほとんど発生せず，ワイヤ切れなどのトラブルがほとんどない。

(2) 電気条件の設定機能： 被加工物の板厚の変化に対しては，極間に印加するパルスの電気条件を制御して加工を行うのが望ましい。このシステムでは，必要に応じてテープ指令などにより電流ピーク値，パルス幅，休止時間を指定することができる。

(3) 短絡逆行制御： 加工中に極間が短絡すると，あらかじめ記憶していた元のパスに沿ってバックし，短絡解消後再び指令パスにもどる。その場合の速度は，順方向に進んでいたときの速度の約 10 倍になっている。

(4) ワイヤオフセット機能： 指令パスに対し，ワイヤ半径と加工クリアランスの補正値により，ワイヤの通る径路を最小設定単位 1 μ で補正する。

(5) スケーリング： 指令寸法に対し，100～1/100 倍までリニアに図形を拡大あるいは縮小する。

4. 4 機械本体及び電源

機械本体としては，表 2. にその仕様を示すとおり，標準タイプの金型を対象にした DWC 75 形と，順送型などの比較的大形の金型を対象にした DWC 100 形とがある。DWC 75 形（図 8. 参照）は，このクラスの機械としては最大の仕様を持ち，加工テーブルの移動距離 X 軸 250 mm，Y 軸 175 mm であり，機械剛性が高いため積載ワーク重量が 80 kg となっている。またこの機械は，昭和 51 年度の機械工業デザイン賞受賞の栄誉に浴しており，漸新なデザインとともに，人間工学的な面からの操作性の配慮がなされるなど多くの特長がある。

表 2. 機械本体仕様

形　　名	DWC-75	DWC-100
ワーク寸法 (W×L×H) (mm)	350×300×100	600×500×100
ワーク重量 (kg)	80	300
テーブルストローク (X-Y) (mm)	250×175	300×350
テーブル送り単位 (mm/パルス)	0.001	0.001
テーブル送り速度 (mm/min)	0～200	0～250
ワイヤ径 (mm)	0.05～0.25	0.05～0.25
ワイヤ送り速度 (mm/s)	0～35	0～35
加工液容量 (l)	165	165
加工液	純水	純水
機械本体寸法 (W×D×H) (mm)	1,205×1,000×1,600	1,400×1,000×1,700

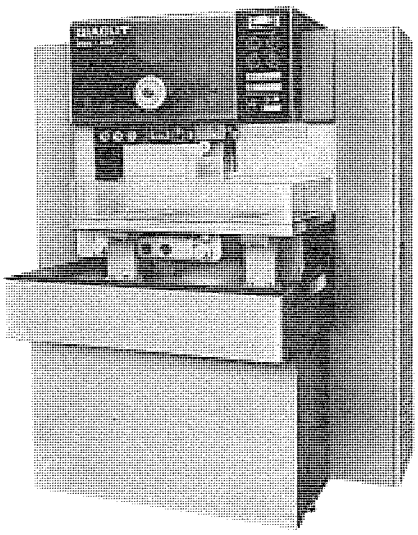


図 10. DWC 100 形機械本体

一方 DWC 100 形（図 10. 参照）は，世界でも最大級の大きさと言われ，ワーク寸法は 600×500×100 mm であり，また 300 kg のワーク重量が可能となっている。

これらの機械の共通した特長としては，クロステーブルのガイドに特殊ローラ支持方式を採用することにより，スティックスリップや送り方向切換え時のデッドゾーンを最小にして高精度を維持しており，また加工特性に影響が大きいワイヤテンションの変動を極力押さえるように配慮したワイヤ供給機構が付属している。

加工電源は，ワイヤカット放電加工として新たに開発したトランジスタ式高周波電源 EP 10 HW（図 8. 参照）が接続される。この電源の特長は，加工電流が比較的大きく，最大ピーク電流が 25 A で，しかもパルス幅，休止時間，及び電流ピーク値が任意に変えられるので，微細加工から大物加工まで広範囲な加工に対応できるようになっている。被加工物の厚さが比較的厚い場合には，鋼加工で 30 mm²/min 以上の加工速度が容易に得られる。

5. 対話形自動プログラム（新形 MEDI-APT）

数値制御ワイヤカット放電加工では，テープ作成が必ず存在するので，これをいかに短時間に，そしていかなる複雑な図形でも苦労せずに行えるかどうかが非常に重要な問題である。特にワイヤカットで加工する図形には，複雑な交点，接点計算が要求され，手計算ではほとんど手に負えないものが多いので，自動プログラミングは，この加工法を有効に利用するためには必す(須)の条件であると言っても過言ではないと思われる。しかし一般の NC 工作機械で使用するような APT あるいは EXAPT などの大形自動プログラミングシステムでは，かえって冗長度が高く現場向きではない。当社のシステム MEDI-APT は，以上のような背景から，簡略化されたシンボリック言語で，現場で直接 NC テープが作成できるなど融通性に富んだシステムである。ここでは，ワイヤカット専用として新たに開発した対話形自動プログラムである新形 MEDI-APT とそのハードウェア構成について紹介する。

5. 1 自動プログラム装置の構成

自動プログラム装置は，図 7. で説明したように基本的には，ミニコン（《MELCOM》70/20）とシステムタイプライタ及びXY プロッタの入出力装置から成り，メモリ容量12 KW（制御プログラム 4 KW は除く）のプログラムで制御される。図 7. に示すミニコンは，機械制御装置（MCU）と自動プログラムをオンライン・リアルタイムで制御するので，もっとも経済

的なシステム構成 (MEDI-APT 1) だと言うことができる。これ以外に自動プログラム装置だけを MCU 側と切り離して，オフラインで構成するシステムがあり，この場合のミニコンは，MCU 付属のミニコンを利用せず，別個に持つ必要がある。図 7. に示すシステムタイプライタは，ミニコンと次に述べるフロッピーディスク (FLD) を一つの箱体内にまとめて格納し，オフラインで使用できるようになっている。オフライン構成の MEDI-APT (MEDI-APT 2) は，メモリ容量16KW で制御され，前述の構成より，メモリ容量 4 KW の増加分だけ機能を拡張している。

更に一層機能を拡張する場合には，フロッピーディスク (FLD) を付属させるようにしており (MEDI-APT 3)，比較的簡単な工作機械用 NC テープや特殊な計算プログラム (例えば面積，重心計算など)，科学計算などが可能になる。

5. 2 自動プログラムの入出力処理

図 11. に，入出力処理のフローチャートを示す。まずタイプライタ (STW) の Attention Key を押すことにより，ミニコンと連結し，自動プログラムを開始させる。次いで入力モード(IN 1 or 2) を指定すると，$マークが出力されてくるので，幾つかの制御コマンドのうちから所望の処理内容に従ったコマンドを一つ選択し入力する。制御コマンドの種類と処理内容との関係は，図中に示すとおりであるが，このうち，図形定

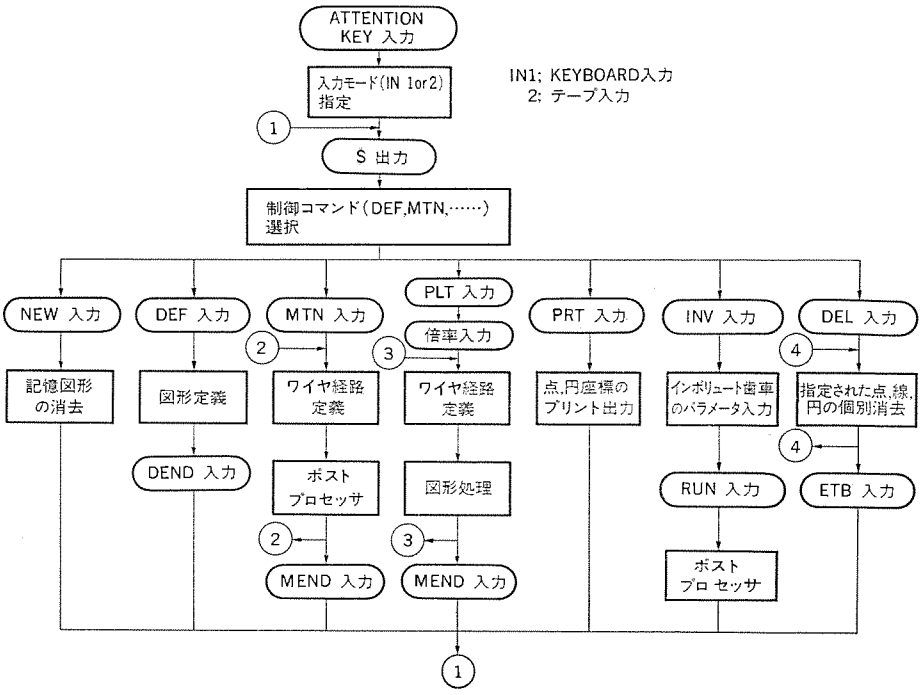


図 11. 自動プログラムの入出力処理フローチャート

表 3. 図 12. に基づく図形定義とワイヤ経路定義

```
$ DEF (図形定義)
001 L1=P10/A150
    P010=X-30/Y106
002 P1=L1/C10
    C010=P2/R20
    P002=L1/C4,UP
    C004=L1,D/L7,U/R10
    L007=P0/A45
  P002    ØNLY ØNE FIG. ØK? Y
  P001    SEL.WØRD ØF FIG.? R
003 L3=LX,UP/D90
004 L2=LY,LF/D20
005 L4=LY,LF/D30
006 L5=LX,UP/D80
007 L6=LX/D70
  L006    SEL.WØRD ØF LX? UP
008 C1=X-60/Y70/R10
009 C2=X-30/Y0/R20
010 DEND
```

```
$ MTN (ワイヤ経路定義)
     MINIMUM  R  ?  0.5
     START PØINT ?  P1
     ØFF SET R ØR L?R
                N001M80
                N002M82
                N003M84
                N004G90
                N005G25X62255Y52737
*P2
                N006G42X44934Y62737
*L1
*L2
                N007G1X-20000Y100226
*L4

   NØT CRØSS ERRØR
*L3
                N008G1X-20000Y90000
*R5
*L4

          §(中間は掲載を省略)§

*C3,CW,LF

    C003=P12/R20
    P012=L10/L12
    L010=P11/A-45
    P011=L7/C11,UP
    C011=P0/R30
    L012=L7,UP/D10
                N020G1X8966Y8966
*L7

   RG,LF,DN,UP ?  RG
                N021G2X33461Y33461I5176J19319
*C4

   CC,CW ?  CC
                N022G1X47005Y47005
*P2
                N023G3X44934Y62737I-7071J7071
*END
                N024M02
                N025%
CUTTING LENGTH= 4810X0.1MM
*MEND
```

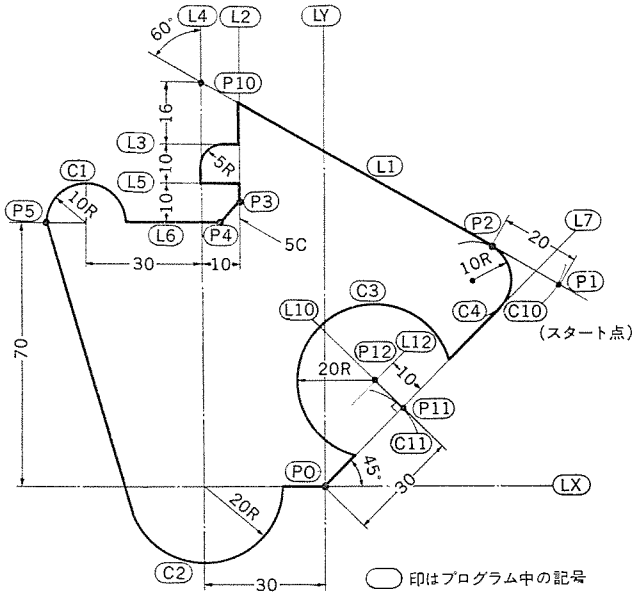


図 12. 製品図面

義とワイヤ経路定義の処理が，自動プログラミングの大部分を占めると言ってもよい。入出力の処理が終了すると，再び$マークがプリントされ，制御コマンドの入力待ち状態で待機する。

5. 3 図形定義文

図形定義というのは，図 12. でその一例が示されているような図面上で与えられた寸法などの情報を図形の関係位置を配慮しながら，所定の様式に基づいた文形式でタイプライタより入力することである。MEDI-APT の定義文の種類としては，点 (Pi, i は番号) が7，直線 (Li) が7，円 (Ci) が8種類となっており，これを記述するだけでほとんどの2次元形状の図形が予備計算なしに定義できる。表3. に，図 12. に基づく図形定義文の一例を示す。

定義文に使用される言語は，非常に簡略化されたシンボリック言語なので，だれでも容易に習得でき，入力ミスが少ないという特長がある。また対話形式が完全なまでに十分取り入れられているので，定義文に誤りがあったり，入力ミスがあった場合でも，その都度エラーメッセージが出力され，その内容がは(把)握できるようになっている。

メッセージの種類としては，エラーメッセージのほかに，選択語が示されているにもかかわらず図形が一つしか存在できない場合確認を要求する警告メッセージ，更に定義文中に未定義の図形や，選択語の不足があった場合に出力されるリクエストメッセージとがある。エラーメッセージと警告メッセージだけでなく，リクエストメッセージがあることが，この自動プログラムの大きな特長である。

5. 4 ワイヤ経路定義文

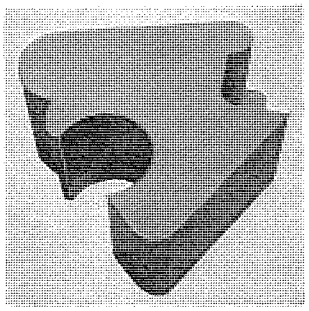
ワイヤ経路定義というのは，実際加工でワイヤ電極（工作機械ではカッタ）が動く経路を定義することであるが，この定義文は前述の図形定義文と比較するとはるかに簡単になっている。すなわち表 3. で明らかなように，ある位置から次の位置に進む場合，図形上に指定されている寸法に基づいて，単に点 (Pi)，直線 (Li, α) 及び円 (Ci, δ, α) のいずれかで指定すればよく，そのうち直線と円あるいは円と円とが交鎖する図形では，交点が二つ存在するので，その位置選択 α を UP, DOWN, RG, LF のいずれかで指定し，更に円の回転方向 δ を CW あるいは CC で指示するようになっている。

ここで用いる Pi, Li 及び Ci は，原則的には既に図形定義をしておく必要があるが，新形 MEDI-APT では定義されていない場合でも，“Pi (Li, Ci) =” というように，その都度リクエストメッセージが出力されるので，その時点で定義してもよく，極端に言えば図形定義が全然してなくてもワイヤ経路定義を行いながら，同時に図形定義を行うことも可能である。

またこれらの機能のほかに，コーナ R の定義，同一図形のくり返し及び図形回転もあり，更に経路定義の終了時には，周長 (CUTTING LENGTH) が出力されるので，加工時間の見積り算定に非常に便利である。

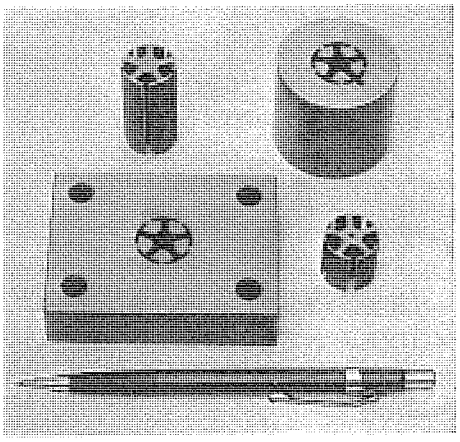
6. 加工実例

紙面の都合もあり加工実例を2点だけ紹介する。図 13. は，図2. 及び表 3. で説明した手順で作成したテープにより加工したもので，面あらさ 8 μ R_{max}，加工精度 ±15 μ 以内であった。また図14. は，モータコアのプレス金型で，パンチとダイともに，割型にせず一体物ででき上がっている点に注目されたい。



プログラム時間	8 分
図形チェック	5 分
加工周長	48/mm
被加工物	SKD-11, 50t
ワイヤ	Cu ϕ0.2mm
加工時間	17h 45mm

図 13. プレス抜型の一例



プログラム時間	13 分
図形チェック	5 分
加工周長	188 mm
被加工物	SKD-61, 45t, 20t
ワイヤ	Cu ϕ0.2mm
加工時間	380 min, 220 min

図 14. モータコアの抜型

7. むすび

ワイヤカット放電加工法は，今後の金型加工システムを根本的に変える，いわば技術革新と言っても過言ではない。この加工法は，いままでの経験に頼った方法から，計算による方法への転換をもたらし，それは情報化技術の最も得意とする分野だと言える。省力機械として，今後の技術発展には無限の期待が持てそうである。

終わりに，この加工法のシステムの開発にあたり，ご協力いただいた関係諸氏に深謝の意を表する。(昭和 52-3-3 受付)

東京大学教育用計算機センタ省力化システム

猪瀬 博*・鈴木 功**・沓沢啓二***・平塚 尚***

1. まえがき

最近，電子計算機センタの運営・管理上の問題点として，特に人件費削減，労働条件改善等に関する配慮から，“省力化”に対する要求が非常に高まってきている。東京大学教育用計算機センター及び三菱電機(株)計算機製作所においても，従来からこの課題に取組み，計算センタの省力化を実現するための一具体例として，“キャフェテリア方式”と呼ぶ方式の開発を行った。

キャフェテリア方式の特長は，入出力装置を“キャフェテリアルーム”と呼ぶ開放入出力室に設置し，それらの操作をすべて利用者の手にゆだねた点にある。こうすることによって，従来センタのオペレータに課せられていた負荷を大幅に軽減することができる。すなわち，図1.に示すような，利用者のジョブの受付け，入力のセットアップ，入出力の収集・仕分け，入出力の引渡し，などという繁雑な仕事から，オペレータが完全に解放されることになる。一方利用者は，キャフェテリアルームが開いている限り，任意の時点に，任意の入出力装置を利用して，自由に計算機システムを使用することができるようになる。しかも，クローズドショップセンタに比べ，ターンアラウンドタイムが格段に短縮される。

この度，従来のキャフェテリア方式の機能・性能を大幅に拡張・向上させたものとして，東京大学教育用計算機センター（以下，東大教育用センターと呼ぶ）設置の，“計算センタ省力化システム”（以下，システム）の開発・製作を行った。このシステムは，《MELCOM-COSMO》700と，オペレーティングシステムUTS/VSとをベースにして，その上に種々の開発を行ったものであるが，設置以来安定にか(稼)動を続けている。

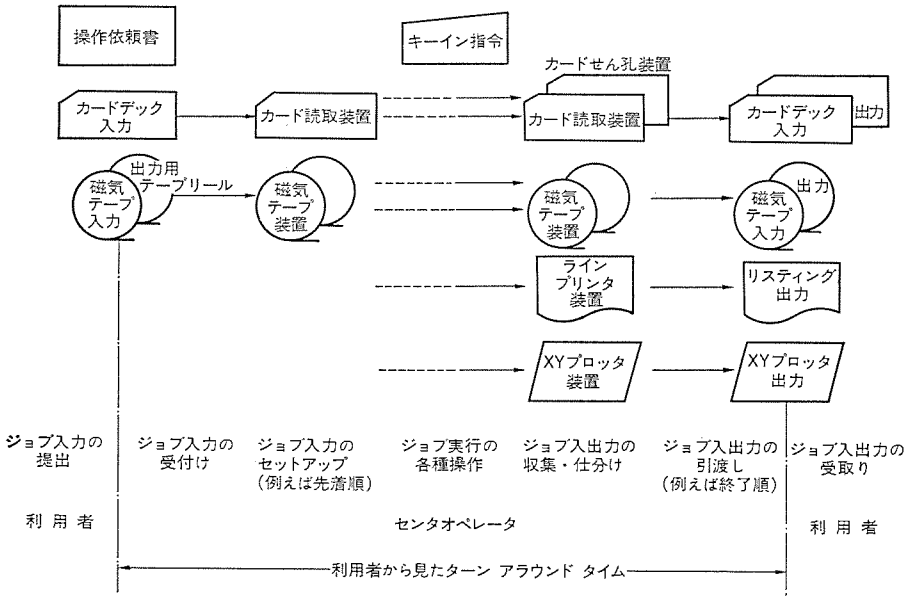


図 1. センタオペレータの仕事

2. システムの構成と配置

2. 1 システムの構成

システムの構成を図2.に示す。主記憶装置は512 KB，補助記憶装置としては100 MBのディスク装置4台，自動マウントの磁気テープ装置5台を持つ。通常の各種入出力装置10台の外に，モニタ表示装置2台，トークンカード読取装置3台と，オートカッタ装置3台が付いている。また，端末装置としては，直結及び専用回線で接続されたディスプレー装置14台の外に公衆回線が6回線分あり，合計20端末をサポートしている。

2. 2 システムの配置

キャフェテリア方式では，キャフェテリアルームを計算機の主機械室とは別に設け，利用者の操作勝手を考えて入出力装置の配置を決めるのがよい。東大教育用センターでは，計算機室が1階と2階とに分れており，図3.に示すように2階を主機械室と操作員室とし，1階を開放入出力室（キャフェテリアルーム）としている。2階に入室を許されるのは，オペレータ及びセンター職員と，極めて限られた特殊利用者のみである。この特殊利用者というのは，大学の職員で，職員の給与計算や学生の成績管理等の処理を行う利用者であり，その処理データは極秘扱いとなるため，主機械の操作の一部をも任されている特定かつ少数の人々である。一般の利用者すなわち学生利用者は，2階への立ち入りは禁止されるが，1階の開放入出力室へは随時入室することができ，各種入出力装置及び端末装置を自由に利用することができる。

3. システムの利用の形態

各利用者は，課題番号と個人番号とでシステムに登録され，完全なセルフサービスで計算機システムを利用することができるが，その利用の形態と程度に応じて幾つかのクラスに分類される。(利用者のクラスについては後述する。) 開放入出力室にある各入出力装置及び端末装置の操作法は，それぞれの装置の近辺に掲示される。

3. 1 バッチ処理の利用形態

バッチ処理の利用形態を図4.に示す。

(1) イミーディエットジョブ

イミーディエットジョブとは，その実行結果が，実行終了と同時に直ちにかつ直接に（イミーディエットに）出力されるジョブで，この利用形態の実行手順は次のとおりである。

(a) ジョブの入力をカード読取装置から読込ませる。

(b) ジョブが受付けられたことを入力表示装置で確認する。ジョブ制御文に誤りがあってはねられたジョブは入力表示装置に出るので，誤りを正して再度入力し直せばよ

* 東京大学(工博)　** 東京大学(理博)　*** 三菱電機(株)計算機製作所

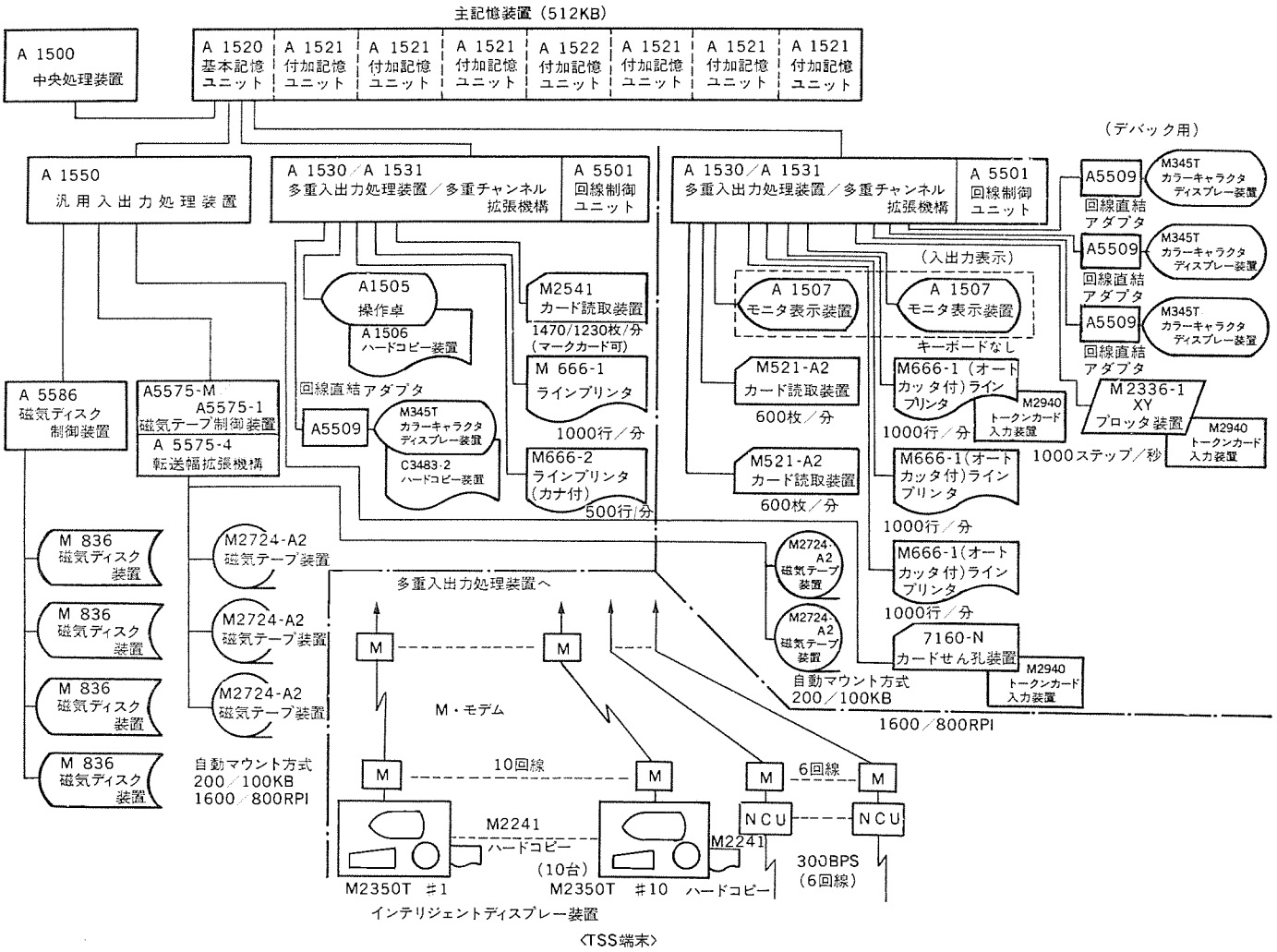


図 2. システムの構成

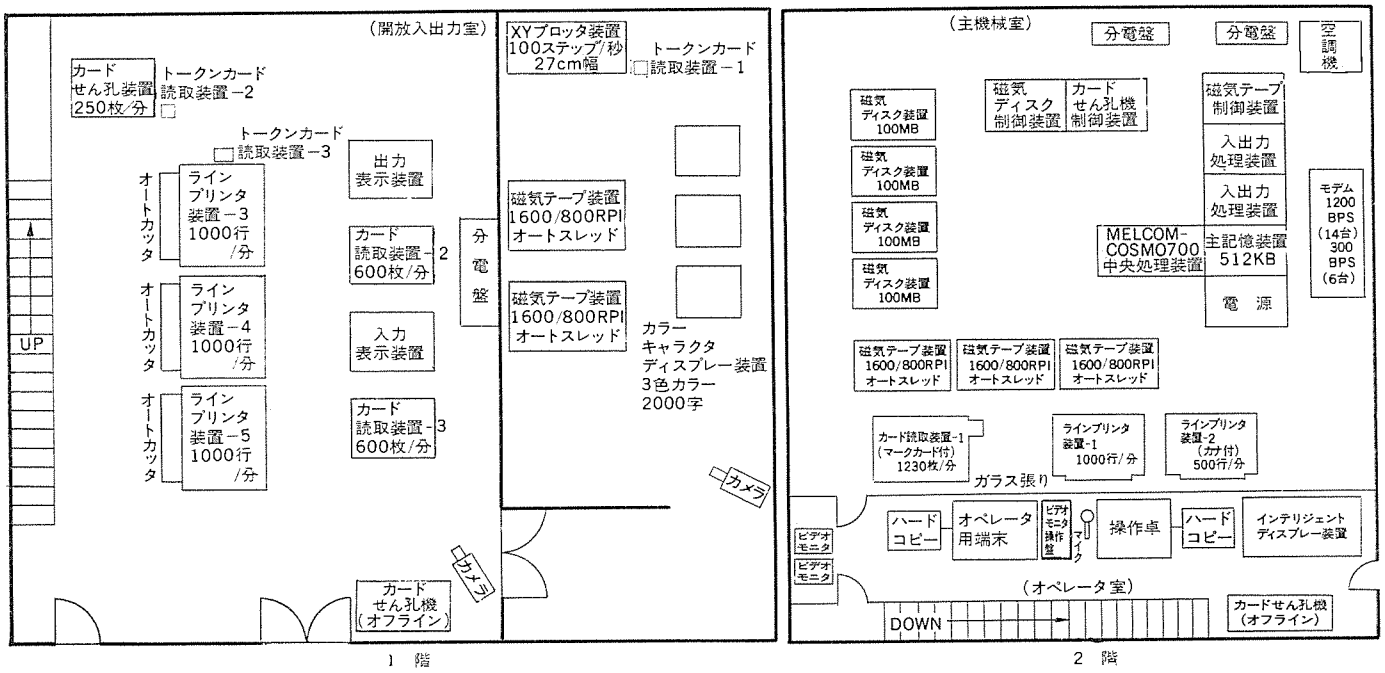


図 3. システムの配置

い。同時に，現在実行中のジョブの入力時刻を見ることにより，実行待ち時間のおおよその見当をつけることができる。また，出力表示装置で，最後に実行終了したジョブの入力時刻を見れば，実行終了までのおおよその時間の見当がつく。更に，各出力装置に最後に出力されたジョブの入力時刻を見れば，おおよそのターンアラウンドタイム，したがって出力時刻の予想がつけられる。

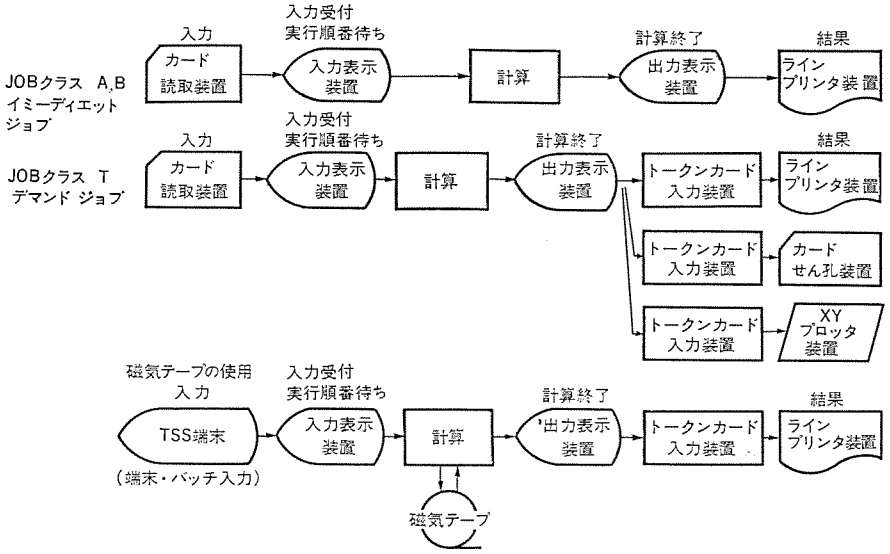


図 4. バッチ処理の利用形態

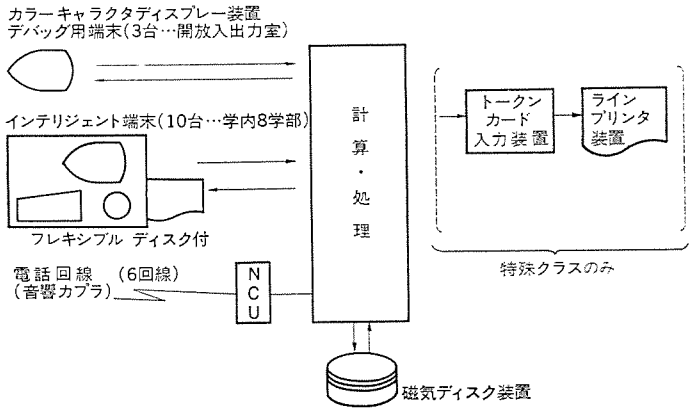


図 5. タイムシェアリング処理の利用形態

(c) ジョブの実行中はその旨が入力表示装置に表示される。

(d) ジョブの実行終了は出力表示装置によって知られる。

(e) ジョブの実行結果は，入力したカード読取装置に対応付けられたラインプリンタ装置にイミーディエットに出力される。1階のラインプリンタ装置への出力は，オートカッタ装置によって自動的に切断される。

(2) デマンドジョブ

デマンドジョブとは，その実行結果が実行終了時に自動的には出力されず，利用者の要求があってはじめて(オンデマンドに)出力されるジョブをいう。すなわち，利用者がトークンカードをそう(挿)入したときに，そのトークンカード読取装置に対応付けられた出力装置に，その利用者のその出力装置に対する出力が，たまっているだけすべて出力される。ただし，利用者がためておくことができる出力の量には各出力装置ごとに制限があり，これを超えることはできない。

(3) 磁気テープ使用ジョブ

あるクラスの利用者は磁気テープの使用を許されるが，開放入出力室の磁気テープを使用するジョブが，上述の各ジョブの利用形態と異なるのは次の点である。

(a) ジョブの投入を行う前に，使用する磁気テープリールを前もって磁気テープ装置に装着し，あらかじめシステムに知らせておく。

(b) ジョブ入力をファイルとして作成し，これを端末からバッチジョブ入力として投入する。このようなジョブを端末バッチジョブと呼ぶが，磁気テープを使用する端末ジョブは同時には一つしか実行されないようにシステム変数を設定しておくことにより，ジョブと磁気テープとの対応が付けられる(後述)。

3.2 タイムシェアリング処理の利用形態

タイムシェアリング処理の利用形態を図 5. に示す。UTS/VS のタイムシェアリング処理の処理系は極めて広く，バッチ処理の処理系をほとんどすべて利用することができる。システムに登録された利用者は，だれでもいつでもこの形態で利用することができるが，利用者のクラスによって使用可能な入出力装置及び処理系に制限がある。

4. 利用者とジョブの管理

UTS/VS の利用者管理とジョブ管理の機能をうまく組合せて使うことにより，上述の利用形態が可能となる。

4.1 利用者管理

各利用者は，課題番号と個人番号とでシステムの登録台帳に載り，利用者ごとかつ処理モード(バッチ／タイムシェアリング)ごとにシステムの資源や機能をどれだけ利用できるかが決まる。これらの制限値は利用者の属するクラスによって決められ，その値を超えようとしたジョブははねられる。利用者管理の主要な変数を以下に記すが，一部の値の例は表 1. に示すとおりである。

(a) システムの機能をどこまで使用させるかを示す資格／権限。

(b) 各資源及びサービスは，ジョブ制御文に使用量を指定しなければ，システムの既定値あるいはその利用者に許される最大値の，いずれか小さいほうの値までの使用が許される。この値はジョブ制御文に指定することにより，その利用者に許される最大値あるいはシステムの最大値の，いずれか小さいほうの値にまで広げら

表 1. 利用者の管理

		クラスA		クラスB		クラスT		システム変数			
		バッチ	タイムシェアリング	バッチ	タイムシェアリング	バッチ	タイムシェアリング	バッチ		タイムシェアリング	
		最大値	最大値	最大値	最大値	最大値	最大値	既定値／最大値		既定値／最大値	
資源・サービス	主記憶容量 (K語)	12	16	128	32	128	32	12	128	16	128
	磁気テープ装置 (台)	0	0	0	0	2	0	0	5	5	5
	実行時間 (分)	1	9999	5	9999	5	9999	1	9999	9999	9999
	リスティング出力(頁)	20	0	100	0	100	100	100	9999	100	100
	カードパンチ出力(枚)	0	0	0	0	1000	0	0	9999	0	0
入出力装置	カード読取装置	可	不可	可	不可	可	不可	可		不可	
	ラインプリンタ装置	可	不可	可	不可	可	不可	可		可	
	カードせん孔装置	不可	不可	不可	不可	可	不可	可		可	
	XY プロッタ装置	不可	不可	不可	不可	可	不可	可		可	
使用不可の処理系		アセンブラその他	同左	アセンブラその他	同左	アセンブラその他	同左				
利用形態		イミーディエット	端末ジョブ投入不可	イミーディエット	端末ジョブ投入不可	デマンド	デマンド				

表 2. パーティション の属性

パーティション	実行時間(分)	主記憶容量(K語)	磁気テープ(台数)	投入源 ローカル/端末	対象利用者クラス
1 2 3 4	0-1	0-12	0—0	ローカル	クラスA FLAG ジョブ 小規模ジョブ
5 6 7 8	0-5	0-16 0-32 0-64 0-128	0—0	ローカル，端末	クラスB FORTRAN 普通ジョブ
9 10	0-5 0-30	0-128 0-128	0—0 1—2	ローカル，端末 端末	クラスT 磁気テープジョブ
11 12	0-9999	0-128	0—0 0—3	ローカル，端末	特殊クラス専用 その1
13 14	0-9999	0-128	0—3 0—5	ローカル，端末	特殊クラス専用 その2
15 16	0-9999	0-128	0—5	ローカル，端末	特殊クラス専用 その3

れる。

(c) 使用を許さない個々の入出力装置。

(d) 利用者に主記憶及び補助記憶の領域を与えるときに，その内容を実効的に消去するか否か。消去を行うようにすれば，種々の情報の漏えい(洩)を防ぐことができる。

(e) 使用を許すあるいは許さない個々の処理系の名前。

(f) 使用を許す利用形態 (イミーディエット か デマンド か)。

4. 2 ジョブ管理

各処理モード (バッチ/タイムシェアリング) 間の負荷の割合や，各処理モード内でのジョブの多重度やジョブの属性などは，すべて動的に調整・制御することが可能であるが，ここでは主にバッチジョブ管理について簡単に述べる。

(1) パーティション の属性

パーティション とは，ジョブが使用することのできる資源やサービス等のわく(枠)組みを決める論理的な概念である。各パーティションでは，その属性に合致したジョブのみが実行されるので，パーティションの数と属性とがそれぞれジョブの多重度と属性とを決めることになる。すなわち，パーティションを動的にロック/アンロックすることによってジョブの多重度が制御され，また，パーティションの属性を動的に変更することによってジョブの属性が制御される。パーティションの属性の一部の値の例を表 2. に示す。

(2) パーティション の管理

パーティション管理上の基本的な考え方は次のとおりである。

(a) 利用者のクラスを意識して属性を設定する。

(b) 特殊クラス (例えばセンタの処理) のためのパーティションを確保し，それぞれ限られた利用者に専用として他の利用者は使えないようにする。(パーティション 11～16)

(c) 開放入出力室の磁気テープを使用するジョブのためのパーティションを一つ設け，端末ジョブ専用とする。(同 10)

(d) 実行時間が短いジョブほど実行される機会を多くする。

(e) 主記憶領域が小さいジョブほど実行される機会を多くする。

(f) 使用する資源が少ないジョブほど実行される機会を多くする。

5. ジョブ入出力の対応付け

これまでに述べてきたキャフェテリア方式を実現するためには，ジョブの入出力 (装置) を対応付けることが必す(須)である。

5. 1 対応付けの基本形

ジョブ入出力の対応付け基本形を図 6. に示す。

(1) イミーディエット 出力

イミーディエット出力は，入力カード読取装置に対応付けられた出力装置に出力される。

(a) 2階の主機械室で入力されたジョブの実行結果は2階に出力され，したがって，極秘情報が1階に漏洩するようなことはない。

(b) 1階の開放入出力室で入力されたジョブの実行結果は1階に出力され，したがって利用者は自分の出力を間違いなく入手することができ，また，2階に学生の出力がまぎれこんでオペレータの手を煩わせるようなこともない。

(2) デマンド 出力

デマンドジョブは，1階，2階のいずれからでも入力でき，出力を得たいときには，その出力装置に対応付けられたトークンカード読取装置にトークンカードを挿入すればよい。

(3) ジョブ制御文による指定

2階のカナ文字付きラインプリンタ装置は，特別な装置としてシステムに認識されており，この装置の使用を許された利用者は，その利用形態のいかんにかかわらず，ジョブ制御文あるいはコマンドに，装置に付けられた名前を指定することによってこれを使うことができる。

5. 2 対応付けの特長

ジョブ入出力の対応付けは極めて柔軟にできており，任意の時点に任意の対応付けを実現することができる。

(a) すべての出力装置は，重複を許してイミーディエット/デマンドのいずれにもなり，またジョブ制御文指定用にもなり得る。

(b) 一つの出力装置には，重複を許して最大四つまでの入力装置を対応付けることができる。

(c) 対応付けは，動的に自由に変更することができる。

5. 3 対応付けの応用

ジョブ入出力の対応付けの機能を応用すれば，例えば次のような事態

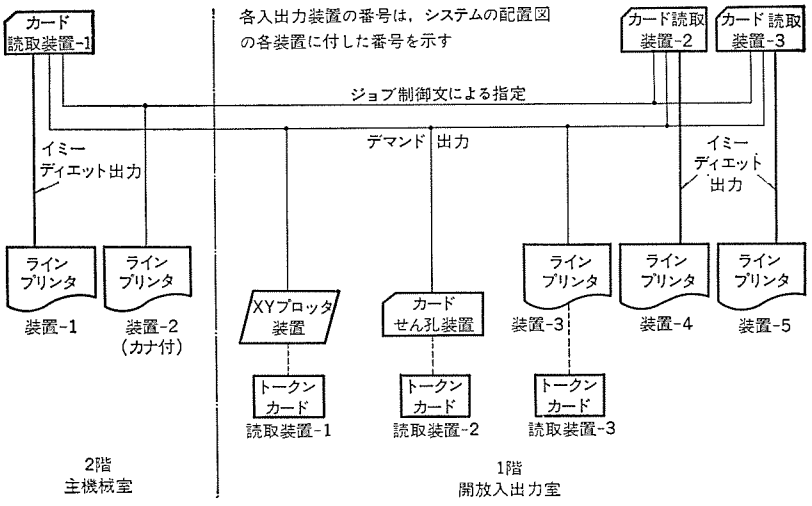


図 6. ジョブ入出力の対応付け基本形

に対処することはいずれも極めて容易である。

(a) 入出力装置のいずれかが故障した場合には，その装置を除いて対応付けを行えばよく，例えば故障した出力装置に既にたまっている出力を，同じタイプの他の装置に出力することもできる。

(b) 入出力のあい(隘)路を解消することも可能で，例えば大量のイミーディエット出力がたまってしまった場合には，イミーディエット出力用としてのラインプリンタ装置をふやせばよい。

(c) 1日の終わりにジョブの入力を締切った後，たまった出力を掃き出すため，例えば複数台のラインプリンタ装置を同時に使用して，あたかも滝のように連続的に出力を行うことも可能である。

6. 入出力装置と端末装置

キャフェテリア方式による入出力装置の利用者への開放を可能にするために，各入出力装置について，ハードウェア／ソフトウェアの両面で新機能の開発を行った。ここでは，主要な入出力装置及び端末装置の特長について，極めて簡単に列記する。

6.1 カード読取装置

(1) 読取自動開始機能 (ホットスタート)

利用者がカードを積んでスタートさせると割込みが発生し，これに応じて管理プログラムがカード読取開始指令を出す。したがって，センタのオペレータは入力ジョブ読取開始指令を入力する必要がなくなり，省力化が図られる。

(2) 読取自動回復機能 (オートリカバリ)

カードのジャムやノンピック等の障害に対して，利用者がカードを積み直してスタートさせると割込みが発生し，これに応じて管理プログラムがカード読取りを継続する。したがって，センタのオペレータは読取再試行指令入力などの介入が不要となり，省力化が図られる。

6.2 ラインプリンタ装置

(1) 印字自動開始機能

利用者が装置をレディにすれば，出力が作成された時点で管理プログラムがその印字出力を開始する。したがって，センタのオペレータは印字出力開始指令を入力する必要がなくなり，省力化が図られる。

(2) 印字自動回復機能 (オートリカバリ)

用紙のジャムや紙切れ等の障害に対して，利用者が用紙をセットし直して再びレディ状態にもどすと割込みが発生し，これに応じて管理プログラムが印字出力を継続する。したがって，センタのオペレータは印字出力再試行指令入力等の介入が不要となり，省力化が図られる。

6.3 オートカッタ装置

図7. にオートカッタ装置付きラインプリンタの断面を示す。更に，オートカッタ装置の機構は図8. のとおりで，カット指令を受取ると用紙位置の微調整を行い，これを押さえてミシン目を押し切る仕組になっている。管理プログラムは，ラインプリンタ出力にカット指令を埋込み，連続出力時にはカットのための白紙を出さないようにしている。スイッチにより，カット指令を無視するようにもできるし，また，手動操作で用紙を切断することもできる。この装置により，利用者は用紙の切断操作から解放され，省力化が図られる。

6.4 トークンカード読取装置

トークンカード読取装置とトークンカードとを図9. に示す。トークンカードは，通常のホラリスカードの一部を切り取った形をしたプラスチック製カードで，ホラリスコードでせん孔して使用する。管理プログラムは，一定時間ごとにすべてのトークンカード読取装置を調べ(ポリング)，トークンカードが挿入されればこれを読取る。続いて，読込んだトークンカードに対応する出力の有無を調べ，該当出力があればこれを対応する装置に出力する。該当出力なしと種々のエラー(不正コード，未登録利用者等)とは区別し，トークンカード読取装置上のランプでこれを示す(セレクション)。

6.5 モニタ表示装置

モニタ表示装置は，80字×25行の3色カラーキャラクタディスプレー装置で，画面はロールアップ領域と固定領域とに分けて使用することができる。東大教育用センターでは，入力表示装置と出力表示装置とを設け，それぞれ図10. のように使用している。ここで，ジョブの表示は，ジョブの通し番号，個人番号(利用者名)，ジョブ名，入力時刻，入力カード読取装置名から成っている。

(a) 入力表示装置では，受付けたジョブをロールアップ領域に，各パーティションで実行中のジョブを固定領域に表示する。

(b) 出力表示装置では，実行終了したジョブをロールアップ領域に，各出力装置に最後に出力したジョブを固定領域に表示する。

6.6 磁気テープ装置

(1) 自動装着機能 (オートマウント／オートスレッド)

利用者が磁気テープリールをスピンドルにはめてロードボタンを押すと自動的に装着が行われ，ロードポイントに位置付けられる。したがって利用者の操作上の負荷が軽減され，省力化が図られる。

(2) 自動ボリウム認識機能 (Automatic volume recognition)

利用者が上述のように磁気テープを装着してスタートボタンを押すと割込みが発生し，これに応じて管理プログラムはテープのラベルを読取り，

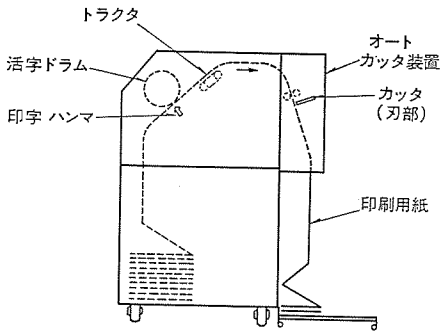


図7. オートカッタ装置付きラインプリンタの断面

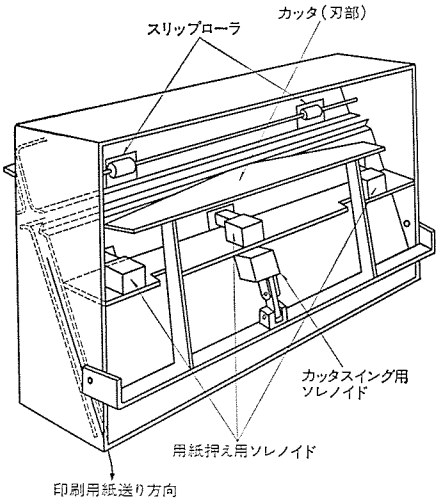


図8. オートカッタ装置の機構

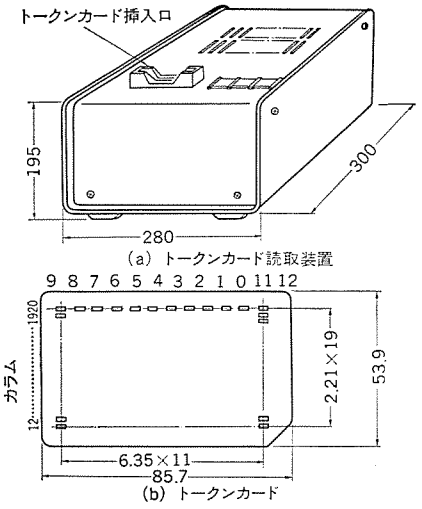


図9. トークンカード読取装置とトークンカード

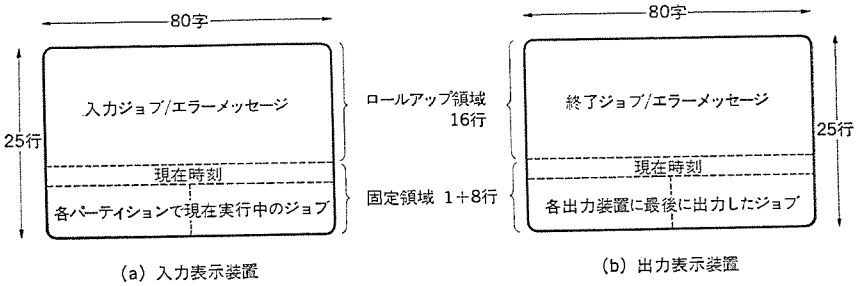


図 10. モニタ表示装置

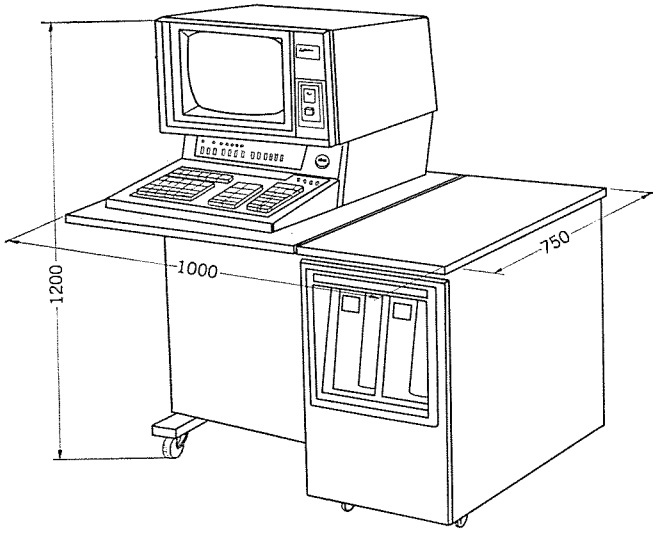


図 11. インテリジェント ディスプレー 装置の外観

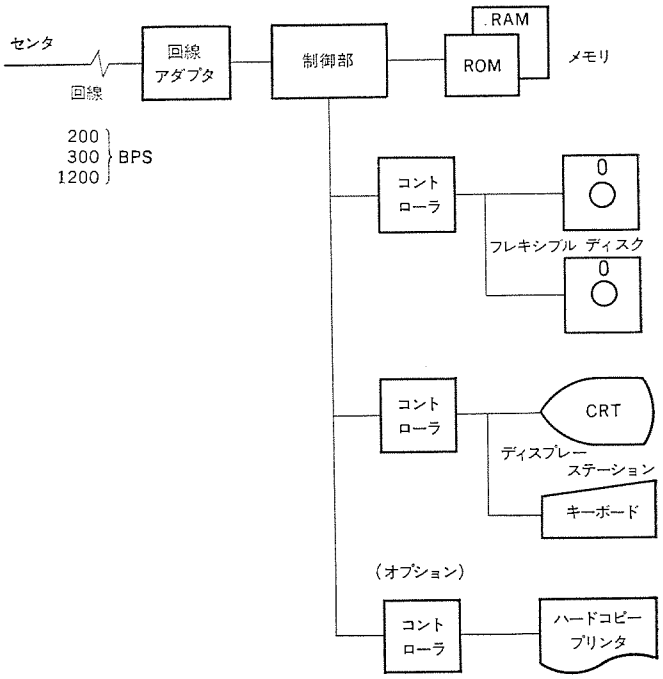


図 12. インテリジェント ディスプレー 装置の構成

ボリウム通番を覚える。したがって，センタのオペレータはボリウム装着指令入力などの介入が不要となり，省力化が図られる。

6.7 インテリジェント ディスプレー装置

インテリジェント ディスプレー 装置の外観及び構成はそれぞれ図 11.，図 12. のようになっており，概略次のような機能を持つ。

(a) オンライン 機能としては，タイムシェアリング 端末としての会話形操作 (M 345 T と同じ)，センタと フレキシブル ディスク との間の データ転送，等が可能である。

(b) オフライン 機能としては，フレキシブル ディスク上の ファイル の生成，消去，エディット (レコード の生成，消去，追加等)，コピー，プリント，等が可能である。

7. む す び

以上に述べてきた省力化の実態を概算すると，おおよそ表 3. のようになり，大幅な省力化が実現されたことが分かる。また，システム の稼動の実態は表 4. のごとくであり，このような状況下で，限られた資源を有効に活用するため，システム の運用にも種々の工夫がなされている。残る課題は，学期末・学年末の殺人的 ラッシュ に象徴される負荷の概端な季節変動に，どう対処するかということであろう。

このシステム の開発にあたっては，システム 管理の種々の機能の強化，拡充をも行い，特に システム の保護・保全 (セキュリティ) には十分な考慮を払った。例えば，リスティング 出力の課題番号を完全に マスク することによって他人の課題番号の誤用・盗用を防ぐ，などであるが，これらについては紙面の都合により割愛した。

また，この“計算 センタ 省力化 システム”は，一人東大教育用 センター にとどまることなく，既に他の学校にも設置が決定しており，更に，教育機関だけでなく，一般の計算 センタ の省力化に対しても広い応用性を持つことが実証されている。

最後に，このシステム の開発・設計にあたり，いろいろとご指導・ご教示いただいた，東京大学教育用計算機 センター の業務委員会・運営委員会の諸先生方，並びに センター 職員のかたがたに，謹んでお礼を申し上げたい。

(昭和 52-3-15 受付)

表 3. 省力化の既算

省力化の項目	省力化の概算 1ジョブ当りの平均	省力化の概算 1日当りの平均 (800ジョブ/日として)
(1) 図 1. に示すジョブの受付けから返却までのオペレータの仕事の不要化	1 分	延べ 800 分
(2) カード読取装置に対する読取開始指令，再試行指令入力の不要化	1.1 回	880 回
(3) ラインプリンタ装置に対する印字開始指令，再試行指令入力の不要化	1/8 回	100 回
(4) オートカッタ装置の用紙自動切断による，用紙手動切断の不要化	1 回	800 回
(5) トークンカード利用のデマンド出力による，センタの出力保管の不要化	1/20 個	40 個
(6) モニタ表示装置の入出力表示による，センタへの問合わせ・応答の不要化	1/20 回	40 回
(7) 磁気テープ装置の自動装着機能による，手動装着操作の不要化	1/20 回	40 回
(8) 磁気テープの自動ボリウム認識機能による，装着指令入力の不要化	1/20 回	40 回

表 4. 稼動の実態

稼動の実態	
(1) 登録者の数	約 8,000 名
(2) 利用者の分布	学内に (地理的にも) 広く分布
(3) 処理件数	学期末・学年末の最繁時には 1 日最大 1,500 ジョブ
(4) バッチ処理の多重度	3～6 本
(5) タイムシェアリング処理の多重度	20 端末の中の 8～10 本が常時ログオンされている

参 考 文 献

(1) 東京大学教育用計算機 センター：東京大学教育用計算機 センター ご案内

MNOS構造不揮発性メモリと4KビットEAROM

榎本龍弥*・鍋谷　弘*・風間悦男*・中山春夫*・松本平八**

1. まえがき

トンネル現象による電荷の注入を利用したMNOS構造の半導体不揮発性メモリは，電気的に記憶内容の書込み・消去の繰り返しができ，しかも電源が切れても記憶内容が保持されるという機能を有し，ICの新たな分野を開拓するものとしてその将来性・発展性が期待されている。しかしながら，この構造の基本的要件であるメモリゲート部の極薄酸化膜の生成，酸化膜／窒化膜界面のトラップ密度の制御などに特殊なプロセスを必要とし，信頼性上の問題もあり，実用化の点では浮遊ゲート構造のFAMOS[1]が電気的に繰り返し書込みのできる半導体不揮発性メモリとしてやや先行している。

筆者らは，MNOS構造不揮発性メモリの信頼性を高めるためのプロセス開発と，このプロセスを用いたフルデコード付き4Kビット EAROM (Electrically-Alterable and Read-Only Memory) M 58651 Sの製品開発を行ったので，プロセス条件特に窒化膜の生成条件とメモリ特性，4KビットEAROMのフルデコード化及び高信頼性を得るための構造，回路構成と諸特性・信頼性評価結果を報告し，併せて評価方法についても述べる。

2. MNOS構造と4Kビット EAROMの回路構成・動作

2.1 メモリトランジスタの基本構造

メモリセルは，基本的には1メモリトランジスタ／ビットであり，メモリトランジスタはPチャンネル・メタルゲート構造で，図1.のようにゲートが三つの領域に分かれているtri-gate構造を採用した。チャンネルの中央部は，約20Åの極薄酸化膜と約500Åの窒化膜でゲート絶縁膜が構成されており，この酸化膜／窒化膜界面近傍の窒化膜中には多数の電荷トラップが存在し，これらトラップとシリコン基板との間のエネルギ障壁を電子あるいは正孔がトンネル効果で移動してトラップが充放電され，不揮発性メモリ機能を果たす。電荷がトンネル現象で移送されるためには，薄い酸化膜の厚さは20Å程度でなければならない。

この構造のゲート電極に負電圧の大きなパルスを印加すると，シリコン基板反転層中の正孔が酸化膜／窒化膜界面近傍の正孔トラップへ移動する。(あるいは，酸化膜／窒化膜界面近傍の電子トラップに捕獲されていた電子がシリコン基板に放出される。) この結果，ゲート絶縁膜は正に帯電し，このトランジスタのしきい値電圧V_{th}を負の方向に変化させ，−10V程度にする。この論文では，この状態を“1”，この動作を“1”の書込みと定義する。逆に，ゲート電極に正電圧の大きなパルスを印加すると，正孔トラップ中に捕獲されていた正孔がシリコン基板に放出される。(あるいは，シリコン基板蓄積層中の電子が酸化膜／窒化膜界面近傍の電子トラップへ移動する。) この結果，このトランジスタのV_{th}は正の方向に変化し，約0Vになる。この状態を“0”，この動作を消去と定義する。このようにして，MNOS構造のメモリトランジスタは電気的に書込み・消去の繰り返しができる。

メモリトランジスタのソース及びドレイン近傍は，酸化膜厚が約500Åでトラップの充放電は起こらず，MNOS構造になっているものの メモリ

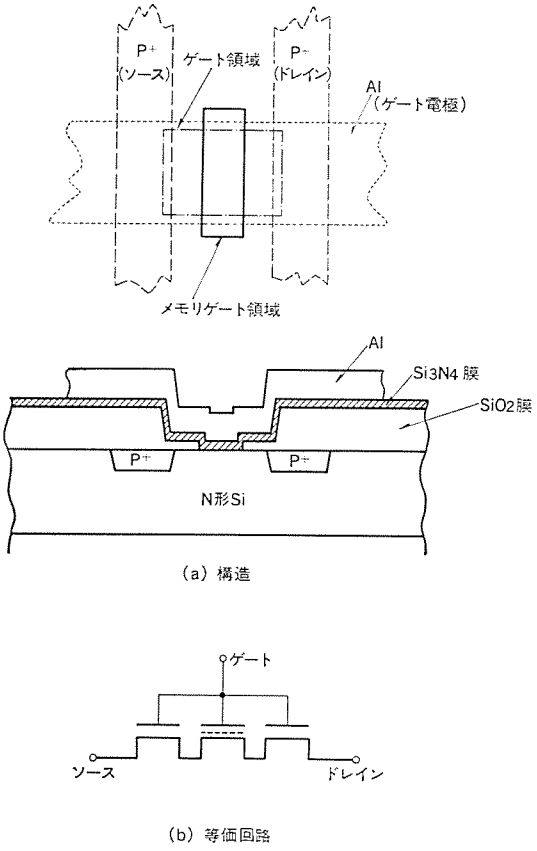


図 1. メモリトランジスタ

機能を持たない通常の絶縁ゲート電界効果トランジスタ (非メモリトランジスタ) として動作し，約−3VのV_{th}を示す。このため，tri-gate構造のメモリトランジスタは図1.(b)の等価回路で表すことができ，“0”状態では非メモリトランジスタと同じV_{th}(約−3V)を示し，“1”状態ではメモリトランジスタのV_{th}(約−10V)に支配され，常にエンハンスメントモードで動作する。この構造のもう一つの効果は，PN接合近傍の絶縁膜中に正電荷が蓄積されないため，PN接合耐圧の劣化が防止され，信頼性が高まることである。

2.2 メモリトランジスタの基本特性

tri-gate構造メモリトランジスタの典型的な書込み・消去特性を図2.に示す。後述の4KビットEAROMの回路の標準条件では，メモリトランジスタは約−24V，20msで“1”が書込まれ，+28V，100msで“0”に消去される。これらの条件を図2.において点W，Eで示すが，書込み・消去条件に対し十分余裕を持っている。書込み・消去電圧を更に大きくすると，より短時間で書込み・消去ができる。読出し時には，ゲート電極に過渡的に−10Vが印加されるので，非常に多数回の読出しを繰り返すと徐々に書込みが生じる。これを弱い書込み (soft writing) と称し，読出し回数制限の原因となる。

2.3 4Kビット EAROM (M 58651 S) の基本動作

M 58651 Sは，1語4ビット構成で1,024語のEAROMであり，ブロ

* 北伊丹製作所　** LSI開発センタ

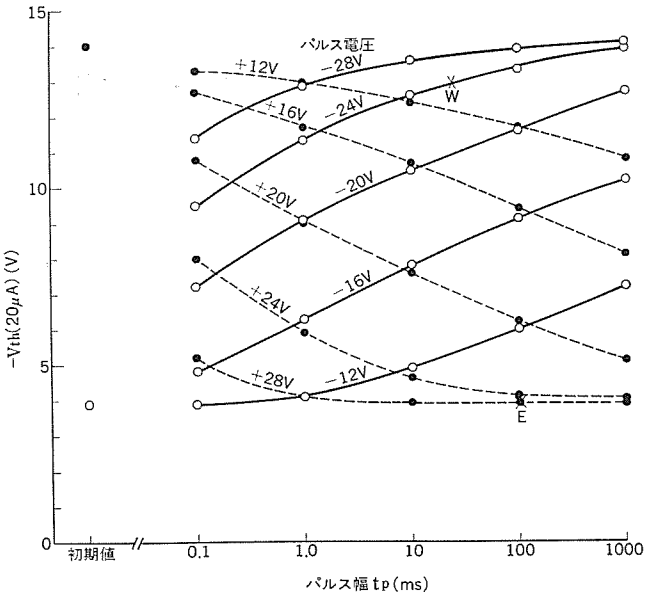


図 2. 書込み・消去特性

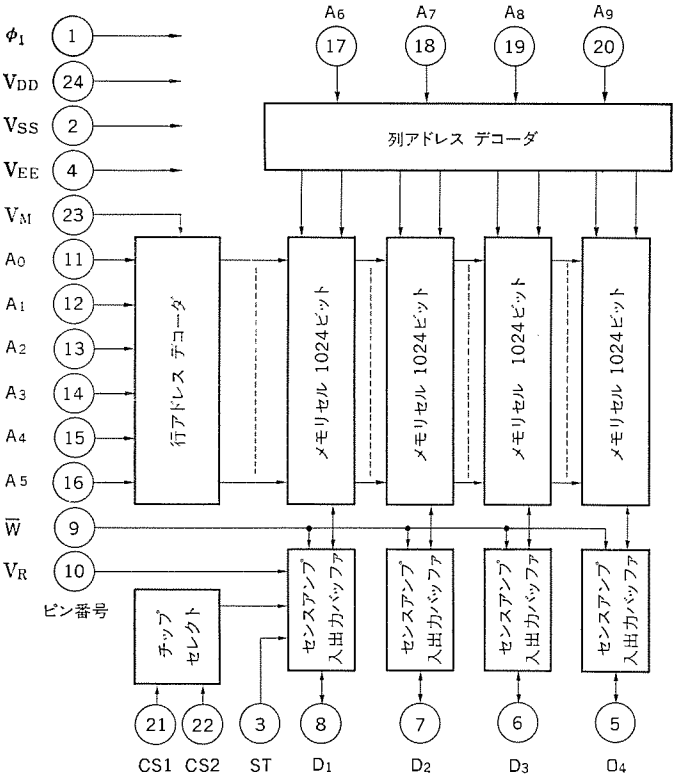


図 3. M 58651 S の ブロック 図

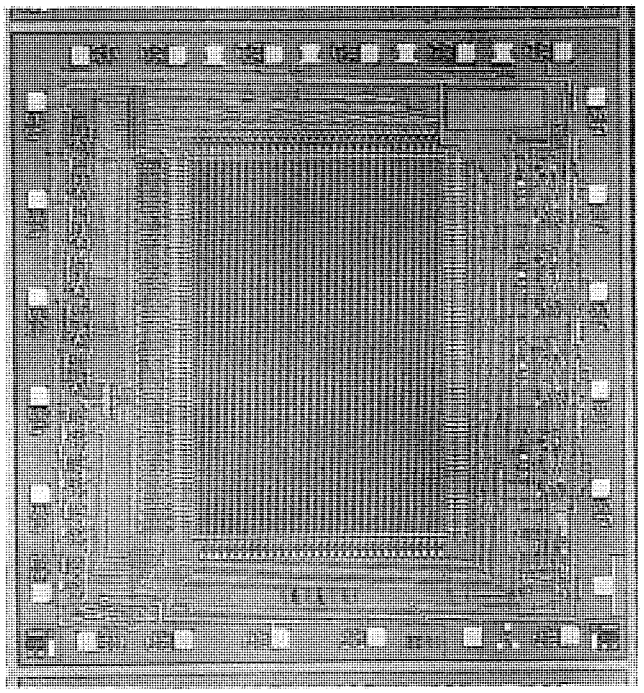


図 4. M 58651 S の チップ 写真

表 1. M 58651 S の標準使用条件

記　号	項　　目	消去モード	書込モード	読出モード
V_{DD}	電源電圧	0 V	−28 V	−19 V
V_M	メモリ電圧	0 V	−28 V	−10 V
V_R	リファレンス電圧	0 V	0 V	−19 V
V_{EE}	消去電圧	−28 V	0 V	0 V
	消去所要時間	100 ms		
V_I(A, CS)	アドレス，チップセレクト入力電圧	任　意	−28〜−5 V	−19〜−5V
V_I(D)	データ入力電圧	任　意	−28〜−5 V	
V_I($\overline{W}$)	書込制御入力電圧	0 V	−28〜−5 V	0 V
V_I(ϕ_1)	クロック入力電圧	0 V	−28 V	−24 V
	1語当りの書込所要時間		100μs×200回	
	アクセス時間			3.0 s

ック 図を図 3. に，チップ 写真を図 4. に示す。チップ 寸法は 4.0×4.1 mm である。エピタキシャルウエハ を用いて フルデコード 付きにし，集積密度を上げるため 1 メモリトランジスタ／ビット 構成とし，16 個の メモリセル に対し一つの基準 セル を設けて センスアンプ で "0" "1" の判定を行わせた。また，オフセット トランジスタ を設け，"0" の検出を確実にするとともに "0" に対する "1" の相対的な書込み深さの評価ができるように工夫した。

M 58651 S の動作には，読出し動作，消去動作，書込み動作があるが，それぞれの場合の主要端子の電圧条件を表 1. に示す。なお，この回路はすべて負電圧で動作するので，以下の説明では特に断らない限り電圧値の大小は絶対値の大小で記す。データ の書込み・読出しの切換えは $\boxed{\overline{W}}$ の信号で行い，データ の入出力は I/O 共通で $\boxed{D_1}$ ～ $\boxed{D_4}$ で行う。これら四つの I/O 端子のそれぞれに 64 行×16 列構成の 1,024 ビット の メモリアレイ が接続されており，メモリビット の番地指定は $\boxed{A_0}$ ～ $\boxed{A_5}$ の行 アドレス と，$\boxed{A_6}$ ～ $\boxed{A_9}$ の列 アドレス で行い，フルデコード である。

メモリアレイ 中には前述のように各 ビット に対し一つの tri-gate 構造 メモリトランジスタ が配置され，"1" あるいは "0" 対応の V_{th} を示し，記憶を保持している。以下，これを メモリセル と記す。各行に配置された 16 個の メモリセル に対し，同じ tri-gate 構造 メモリトランジスタ を一つ基準 トランジスタ として配置する。以下，これを基準 セル と記す。これら同一行の メモリセル，基準 セル の トランジスタ の ゲート 電極は共通接続され，行 デコーダ につながる。また，各列の 64 個の メモリセル の トランジスタ は，ドレイン 及び ソース が共通接続される。64 個の基準 セル も同様である。

書込みは アドレス 端子で選択された語ごとに，すなわち 4 ビット 同時に行う。書込み動作に必要な回路の概要を図 5. に示す。行 デコーダ を通して非選択列の メモリセル の ドレイン は V_{DD} と接続され，選択列の メモリセル の ドレイン は開放状態になる。一方，ソース につながる

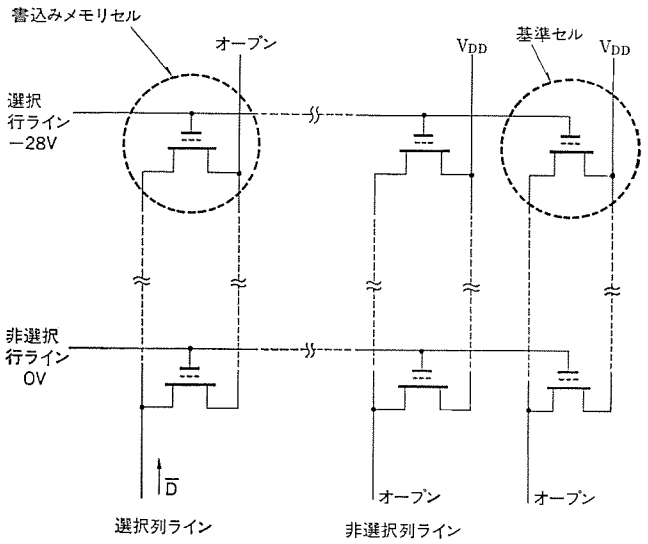


図 5. M 58651 S の書込み回路

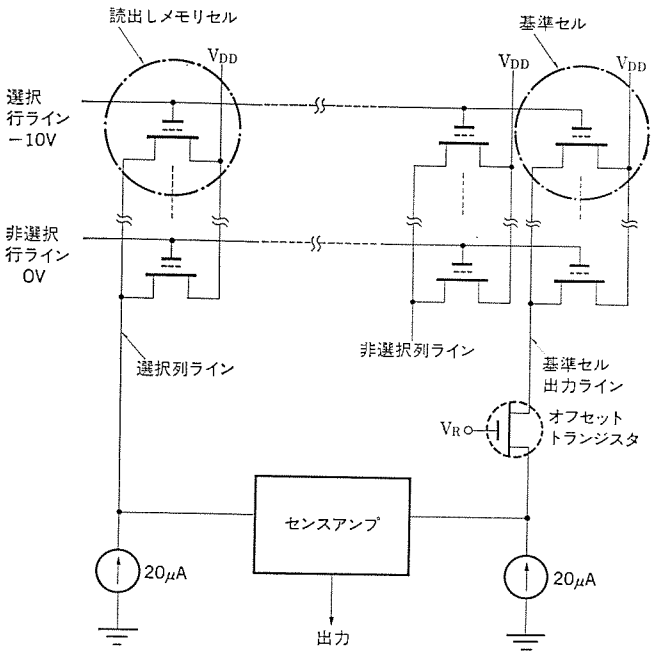


図 6. M 58651 S の読出し回路

列デコーダは選択列のみオンにし，$\overline{D}$(データ) に接続する。また，選択されたメモリセルのゲートには行デコーダを通して $\boxed{V_M}$ に加えられた書込み電圧が伝わる。これらデコーダは $\boxed{\phi_1}$ に加えられたクロックの印加期間中のみ動作するので，書込みパルス幅はクロック ϕ_1 によって制御される。選択されたメモリセルのトランジスタにはゲートに負電圧の書込みパルスが加わり，チャンネルが形成される。ドレインは開放状態で，ソースに $\overline{D}$ が入るため，$\boxed{\overline{D}}$ の情報が“1”の場合はチャンネルの電位は V_{SS}(0 V) で，書込みが行われる。$\boxed{\overline{D}}$ の情報が“0”の場合はチャンネルの電位は V_{DD} に近い負電位になり，ゲート・チャンネル間の電位差は小さく，書込みは行われない。これをチャンネルシールドと称する。選択されたメモリセルと同じ行にある非選択メモリセル及び基準セルのトランジスタは，ゲートに書込みパルスが加わるが，ソースが開放状態でドレインが V_{DD} に接続されているためチャンネルが負電位になり，チャンネルシールドにより書込みは行われない。標準書込み条件は表 1. のとおりであり，$V_M=-28$ V にするとメモリトランジスタのゲートには約−24 V が加わる。パルス幅は 20 ms である。

消去は基板に対しメモリトランジスタのゲート電極に正電圧のパルスを印加する必要がある。フルデコードの場合，メモリトランジスタのゲート電極はデコーダ回路と接続されているので，正電圧を使用することはできない。そのため M 58651 S ではエピタキシャルウエハを用い，メモリアレイ領域の基板をデコーダを含む周辺回路の基板と分離し，メモリアレイ領域の基板に $\boxed{V_{EE}}$ を通じて負の消去パルスを印加し，メモリトランジスタのゲート電極を 0 V とすることにより，実効的に基板に対しゲート電極に正電圧のパルスを印加するのと同じ状態にし，消去を行う。したがって，消去は基準セルも含め全ビット同時に行われる。消去時間と消去電圧は V_{EE} で定まり，標準条件は −28 V，100 ms である。

読出しは書込みと同様アドレス端子で選択された 1 語すなわち 4 ビットに対して行われる。読出し動作に必要な回路の概要を図 6. に示す。選択されたメモリセルのゲートには，行デコーダを通して $\boxed{V_M}$ から読出し電圧 ($V_M=-10$ V) が印加され，ソースは列デコーダを通してセンスアンプの一方の入力に接続される。センスアンプの他方の入力には，同じ行の基準セルのソースがオフセットトランジスタを介して接続される。ドレインは $\boxed{\overline{W}}$ の制御により，書込みの場合とは異なり，すべて V_{DD} に接続される。センスアンプの双方の入力部にはいずれも 20 μA の定電流回路が接続されているので，読出し電圧の印加されたメモリセル及び基準セルのトランジスタには 20 μA が流れ，センスアンプのメモリセル側の入力電圧 V_D は次のようになる。

“0”の場合　$V_D \simeq V_M - V_{th-0}$ (@ 20 μA) $\simeq -7$ V

“1”の場合　$V_D \simeq V_M - V_{th-1}$ (@ 20 μA) $\simeq 0$ V

ただし，V_{th-0}，V_{th-1} はそれぞれメモリトランジスタの“0”，“1”の場合のしきい値電圧 V_{th} を示す。定電流 (20 μA) で駆動するこの方法は，“1”状態のメモリトランジスタのテール電流の影響を防ぎ，“1”の検出の信頼性を高めている。センスアンプの基準セル側の入力電圧 V_S は，基準セルのトランジスタが常時“0”であるので，次のようになる。

$V_S \simeq V_M - V_{th-0}$ (@ 20 μA) $- V_0$

ただし，V_0 はオフセットトランジスタによる電圧降下を示す。標準読出し条件では $\boxed{V_R}$ に −19 V を印加し，$V_0 \simeq -1.5$ V にする。したがって，メモリセルの“0”の検出は，たとえ V_{th-0} の値がばらついても，同一行の“0”を記憶している基準セルの V_{th-0} との比較であり，V_0 の余裕があるので安定性がよい。更に，多数回の読出しによる弱い書込みに対しては，基準セルが最も多数回の読出し動作を受けるため V_{th-0} が負の方向に変化しやすく，メモリセルの“0”の検出に対しては更に安全になり信頼性が高い。メモリセルの“1”の検出は，メモリセルの V_{th-1} と同一行の基準セルの V_{th-0} の差と，V_0 の比較で決まる。V_R を小さくすると V_0 が大きくなり，V_S が“1”の場合の V_D に近づき，ついには“1”の検出を誤る。このようにして，V_R を規格値から変化させ“1”を正しく判定する下限の V_R 値を測定することにより，メモリセルに“1”がどれ程深く書込まれているかを評価することができ，特性評価・信頼性評価に役立つ。更にこの回路では，$V_R=0$ V とすることにより基準セルの V_{th} と無関係に V_S に一定の電位 (=−1 V) が与えられるよう工夫されているので，この状態で“1”あるいは“0”を正しく判定する限界の V_M 値を測定することにより，メモリセルの V_{th-1} あるいは V_{th-0} を評価することができ，特性評価・信頼性評価に大いに役立つ。

3. メモリゲート生成プロセス

以上の回路動作から，メモリトランジスタに要求される特性は，書込みパルスで十分“1”になり，消去パルスで十分“0”になり，読出しパルスでは“0”が“1”に変化しないことである。したがって，メモリトランジスタを用いて

VE1：初期の消去状態の V_{th}　(+30 V，100 ms 印加後)
VW1：弱い書込み状態の V_{th}　(−12 V，100 ms 印加後)
VW2：書込み状態の V_{th}　(−24 V，10 ms 印加後)
VW3：十分な書込み状態の V_{th}　(−30 V，100 ms 印加後)
VE2：消去状態の V_{th}　(+24 V，100 ms 印加後)

をこの順に求め，プロセス評価を行った。更に高温保存での“0”“1”の変化，高温負電圧バイアスエージングでの“1”の変化も評価した。

このプロセスの本質的な部分である極薄酸化膜と窒化膜を生成する工程，すなわちメモリゲート生成工程において，極薄酸化膜生成後窒化膜生成までの間の放置が酸化膜／窒化膜界面のトラップ密度のばらつき等メモリ特性のばらつきと信頼性低下の原因となるので，熱酸化による極薄酸化膜生成と気相化学反応による窒化膜生成とを同一炉で連続して行うプロセスを採用した。

窒化膜の生成は，SiH_4 ガスと NH_3 ガスの気相状態での化学反応により行われるが，反応中の SiH_4 ガスと NH_3 ガスの体積比によって酸化膜／窒化膜界面近傍の窒化膜中のトラップ密度・分布が変化することが見い出されている[2]。トラップ密度・分布の変化は書込みによる V_{th} の変化量に影響し，トラップ密度が増加すれば書込み速度が速くなり，十分書込んだ後の“1”のレベルは深くなるが，読出し時の弱い書込みも生じやすい。

メモリトランジスタの書込み効率は，極薄酸化膜の膜厚，トラップ密度・分布が同じ場合は，窒化膜にかかる電界で決まる。窒化膜にかかる電界は窒化膜厚に反比例するので，窒化膜厚が厚ければ書込みが遅く，薄ければ書込みは速い。ところで，同じ電荷量がトラップに捕獲された場合，これによる V_{th} の変化量は窒化膜の膜厚に比例するので，十分に書込んだ後の V_{th} 飽和値は窒化膜厚が厚い程大きくなる。その結果，窒化膜が薄い場合は低い書込み電圧でも容易に書込みが生じ書込み速度は良好だが，読出し時の弱い書込みが生じやすく，かつ十分な書込みパルスで書込んだ後の“1”のレベルが浅いため信頼性上問題となる。一方，窒化膜が厚いと書込みに時間がかかるため，標準書込み条件では十分に書込めず“1”のレベルが浅くなる。

このように，窒化膜生成時の SiH_4/NH_3 比と窒化膜厚は非常に重要なパラメータである。図 7. は十分に書込んだ後の“1”レベルの V_{th}(=VW3) に及ぼす SiH_4/NH_3 比と窒化膜厚の効果を示す実験結果である。図 8. は，SiH_4/NH_3=1/800 の場合の窒化膜厚がメモリ特性に与える効果を示す実験結果で，書込み・消去・読出し動作を総合的に考慮すると，500 Å の窒化膜厚が最適と判断される。

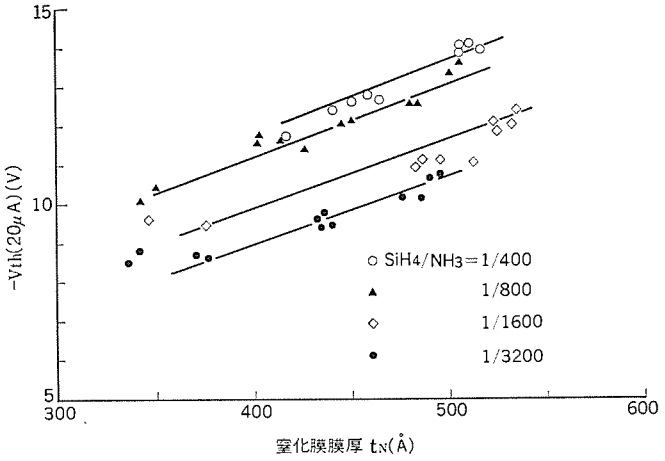


図 7. 窒化膜膜厚及び SiH_4/NH_3 比が VW3 に与える影響

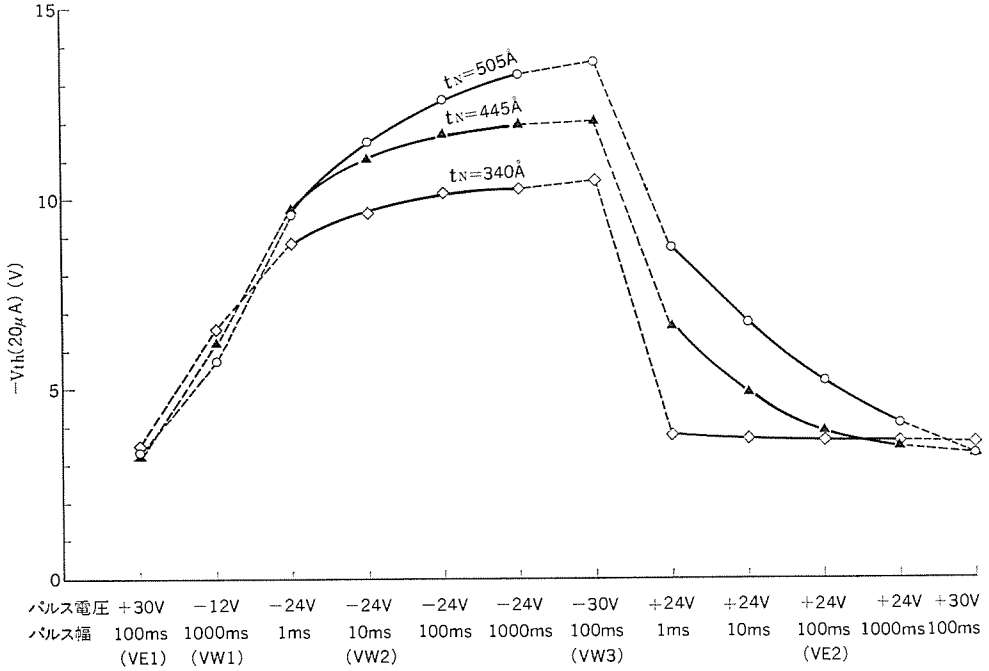


図 8. 窒化膜膜厚のメモリ特性に与える影響

4. M 58651 S の諸特性

4. 1 読出し特性

読出し特性で最も重要なアクセス時間は，アドレスの入力時点から有効な出力が出るまでの時間であり，アドレスドライバ，クロックドライバ，センスアンプ，出力バッファなどの動作速度が影響し，V_{DD}，$V_{\varphi L}$ に依存する。図 9. にアクセス時間と $V_{DD}=V_{\varphi L}$ との典型的な特性図を示す。

EAROM の特徴を示す V_R と V_M の特性を図 10. に示す。読出し電圧 V_M は −10 V が最適で，これより大きいと“1”のメモリセルのトランジスタの導電度が良くなり，これより小さいと“0”の基準セルのトランジスタの導電度が悪くなり，いずれも“1”と“0”の差が少なくなるため，オフセットトランジスタのゲート電圧 V_R を大きくし V_0 を小さくする必要が出てくることを示している。

4. 2 書込み特性

書込み電圧 V_M と書込み時間による V_R の変化，“1”のメモリトランジスタの V_{th} の変化を図 11. に示

す。これらは，2.3節で記述したように，V_R 値を変化させ“1”を正しく判定する下限の V_R を求めたものと，センスアンプの基準セル側入力電位を -1 V に固定し V_M を変化させて正しく“1”が検出できる上限の V_M から V_{th-1} を求めたものである。図において書込み時間が短いと，“1”のメモリトランジスタの V_{th} はまだ小さく，読出し動作で“1”を正しく検出するには V_0 を小さくする必要があり，より大きい V_R を必要とする。書込み電圧を大きくする程書込みが速くなるが，標準条件の書込み電圧では約 2 ms の書込みで“1”のメモリトランジスタの V_{th}，V_R 共に飽和し，規格に対し十分な余裕を持っている。

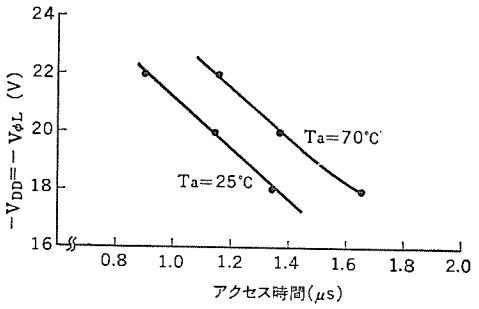


図 9. $V_{DD}=V_{\phi L}$ 対アクセス時間特性曲線

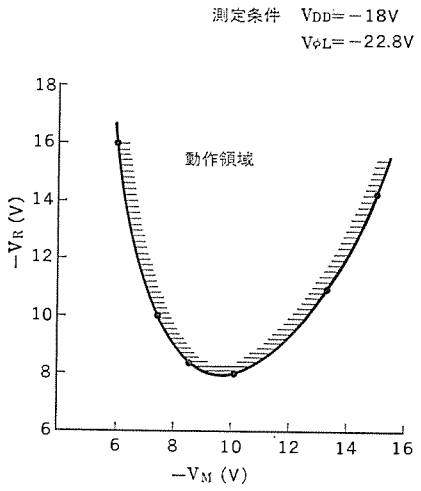


図 10. V_R 対 V_M 特性曲線

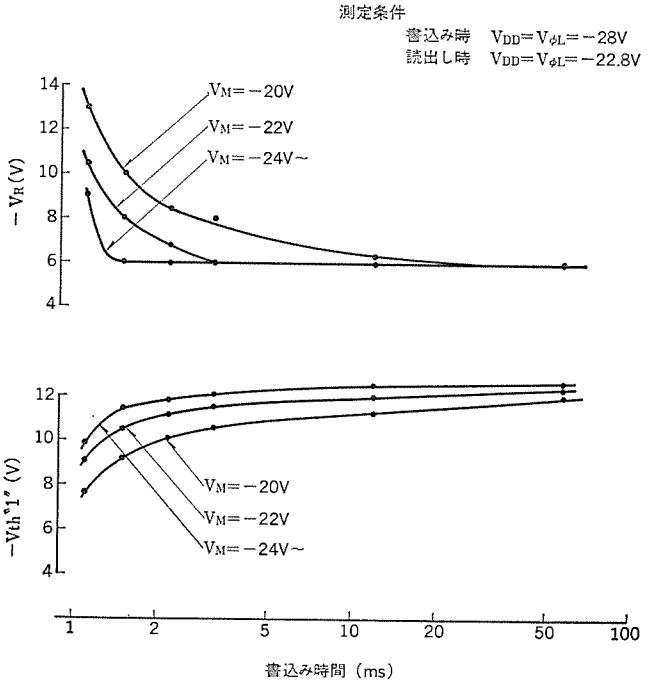


図 11. V_R, V_{th} “1” 対書込み時間

5. M 58651 S の信頼性

EAROM はその特殊な機能及び構造の故に，信頼性に関し以下に述べる項目に留意した。

(1) 保存による“1”及び“0”の不揮発性

(2) 読出し動作による“1”及び“0”の不揮発性——メモリトランジスタは読出し時に弱い書込みが生ずるので“0”状態の揮発性に注意を要するが，“0”の書込まれている基準セルが最も多数回読出し動作を受け，この場合は“0”のメモリセルの検出よりも“1”状態の検出の安定性にむしろ問題が生ずる。

(3) 書換え動作によるメモリトランジスタの劣化

EAROM の不揮発性メモリとしての最も重要な機能である記憶の保持特性は，前述の V_R 値の変化で評価した。なお，“1”のメモリセルと“0”の基準セルの比較により“1”“0”双方の揮発性が総合的に評価できるので，以下の保持試験では全ビットに“1”を書込んだ。更に，浅い書込みでは記憶の揮発が早くなるので，加速試験として書込み時間を標準条件の 20 ms に対し 1 ms で実施した上で，各種保持試験を行った。

高温保存での記憶保持特性を図 12. に示す。V_R 値の変化は完全な飽和傾向を示し，規格の $V_R=-18$ V に対し十分な余裕を持っている。

記憶保持特性の劣る製品に対する読出し動作エージングでの記憶保持特性を図 13. に示す。全ビットを読出すエージング(全ビット読出し)では，一つの行は 64 回に 1 回読出しパルスが印加される。これに対し，特定の 1 ビットだけを繰り返し読出すエージング (1 ビット読出し) では，そのメモリセルを含む行は毎回読出しパルスが印加されるので，最も過酷なエージング条件となる。1 ビット読出しエージングで記憶が揮発し，$V_R=-18$ V の測定で不良となった製品の不良マップを調査すると，読出しを受けているメモリセルの行のすべてのメモリセルに対し“1”の検出に失敗しており，この行の基準セルが多数回の読出しで弱い書込みを受け，“0”から“1”に変化したことを示している。図 13. から温度に対する加速性として，125°C の 75°C に対する加速率が約 20 倍と評価できる。

3 章に記した結果に基づきプロセスを変更し，記憶保持特性を改善

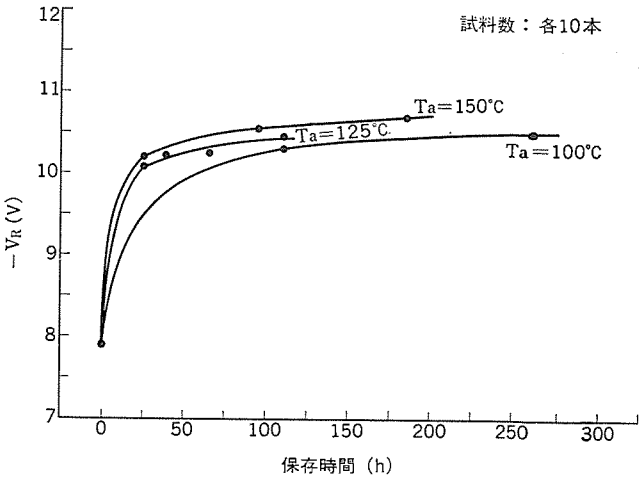


図 12. 高温保存での記憶保持特性

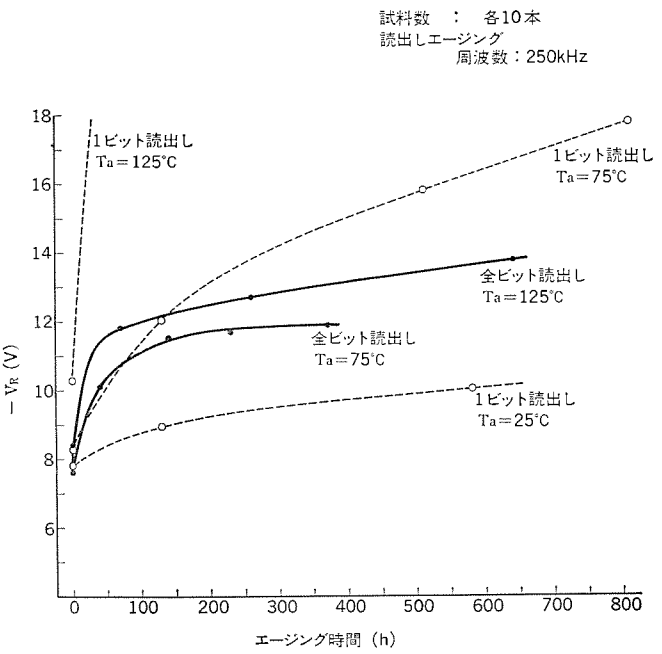


図 13. 読出しエージングでの記憶保持特性

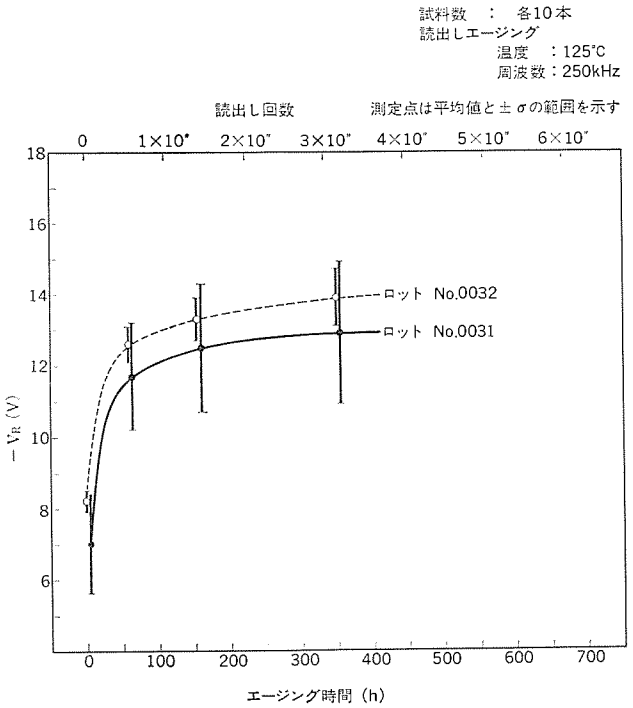


図 14. 1ビット読出しエージングでの記憶保持特性（プロセス改良品）

した製品に対する読出し動作エージングでの記憶保持特性を図 14. に示す。この場合は最も過酷な1ビット読出しのみを行った。読出し動作の繰り返し初期に V_R はかなり変化し，記憶の揮発を示しているが，以後はゆるやかな変化で飽和傾向になっている。125°C の 75°C に対する前述の加速率 20 倍を用いると，図 14. の評価は 75°C に換算して 6×10^{11} 回の読出しに相当する。

書換えの繰り返しによる特性の劣化は，消去電圧をパラメータにして評価した。書換え時の電圧依存性が大きく，同じ書換え電圧であれば窒化膜を厚くし電界を弱めることにより寿命を延ばすことができる。今回評価した試料では，製品規格内で行えば 10^6 回の書換えに耐えることが明らかになった。

6. むすび

不揮発性半導体メモリに対する顧客の要望は最近一段と強まっている。これに対処して，現状では浮遊ゲート構造の FAMOS が市場で優位を占めているが，消去に際しての紫外線照射に伴う使いにくさがあり，MNOS 構造不揮発性メモリに対する期待が大きい。

筆者らは，4K ビット EAROM の開発に際し信頼性を高めることを主眼に置き，メモリゲート構造・プロセス条件の検討と最適値の選定，回路構成の工夫を行い，特性・信頼性を評価した結果，4K ビット EAROM (M 58651 S) は，75°C 10年間の無電源記憶保持，リフレッシュなしで 2×10^{11} 回の読出し，16^6 回の書換えに耐える高信頼性不揮発性メモリとして，マイクロプログラミング用，少量多品種用，その他多目的の ROM に使用できることが明らかになった。更に，EAROM の特徴として電源が切れる直前の情報を記憶させたり，最終顧客が情報をプログラムすることができるので，キャッシュレジスタ，カリキュレータ，プログラムメモリ，自動度数計，自動販売機，家庭電気製品などへの応用を考えた不揮発性メモリ機能内蔵の IC の開発が，この製造技術により可能となり，この分野での IC の発展が期待できる。

今後の課題としては，更に読出し可能回数，書換え可能回数の向上と書換え速度を速めること，及び N チャンネル化であろうと思われる。

この開発に際し，多大のご教示及びご協力をいただいた LSI 開発センタ及び北伊丹製作所モス IC 製造部のかたがたに感謝する。

(昭和 59-3-18 受付)

参考文献

(1) D. F.-Bentchkowski : Solid-State Electron. 17, 517 (1974)
(2) G. C. Lockwood et al. : 1972 Wescon Technical Papers Session 4.

家庭用冷蔵庫の熱系シミュレーション

山崎起助*・瀬下　裕*・小林協三**・井上　博**

1. まえがき

家庭用冷蔵庫の食生活に果たす役割が極めて大きいことは，100％近い普及率にみられるとおりである。特に最近冷凍食品の普及や，家庭でのホームフリージングの関心が，冷蔵庫の大形化を助長する傾向にあり，またそれに伴って庫内温度コントロールなども非常に厳格なものとなっている。一方，消費電力の低減という消費者からの切実な要求も強く，冷蔵庫の設計・試験をますます複雑化・高度化し強力な開発力と多大の開発時間が必要となってきている。

当社は52年度に消費者の立場に立って，消費者のより豊かな食生活への期待に答える省電力と使い勝手を追求した高性能冷凍冷蔵庫《ニューみどり》シリーズを開発・発売した。

《ニューみどり》冷蔵庫の開発には，多くの新技術が駆使されたが，その設計・試験を効果的に省力化・迅速化するため，簡易化熱モデルを設定し冷蔵庫を構成するパラメータをいろいろ変化した時，冷蔵庫各部の温度特性を動的には(把)握できる熱系シミュレーションを実施したのでこれらにつき紹介する。

2. 《ニューみどり》冷蔵庫

当社52年度モデルとして発売された冷蔵庫《ニューみどり》は，従来の冷蔵庫《みどり》の大幅なモデルチェンジ機種として，外観意匠・内装意匠はもとより，冷蔵庫とびら(扉)の物品出入れ操作性と収納量向上，野菜入れ容器の操作性，温度調節部の操作性の改良，更に高温多湿時におけるキャビネット周囲の着露を防止するために，放熱器の熱の一部を利用した“つゆとりパイプ”を全面的に採用した省電力配慮など，外にも多くの特長をもった冷蔵庫である。

《ニューみどり》のラインアップは，有効内容積151 l (うちフリーザー容積23 l) の直冷式MR-191 D，有効内容積170 l (フリーザー容積42 l) の直冷式MR-211 D・同内容積ファン式MR-211 F，有効内容積202 l (フリーザー容積52 l) の直冷式MR-251 D・同内容積ファン式MR-251 F (図1.) である。特に主力機種のMR-211形とMR-251形にはフリーザー冷却方式に，フリーザー冷却器で物品を直接冷却するタイプの“直冷式”，そしてファンによって冷気を循環させて物品を間接的に冷却する“ファン式”の両冷却方式を採用し消費者のワイドセレクションを可能にしている。

図1. 《ニューみどり》の代表機種MR-251 F(L) 形

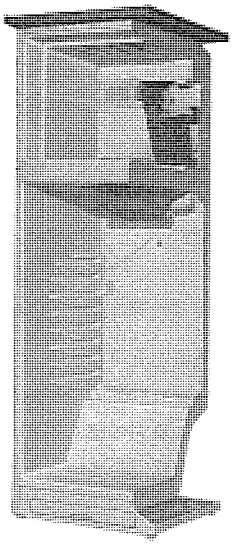


図2. “ダブル冷却器”システムの冷蔵庫(ファン式タイプ)

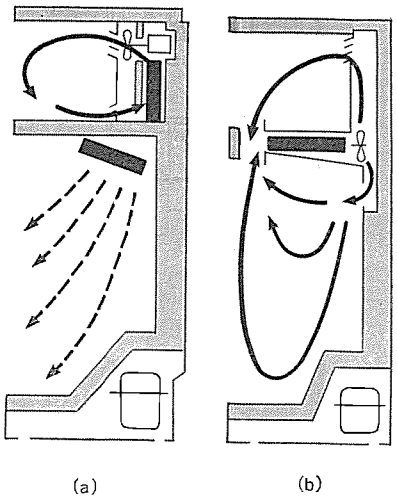


図3. “ダブル冷却器”システムと1冷却器・1ファンシステム

また，これら冷凍冷蔵庫には当社独特な冷却システムとして食品の長期新鮮保存を一層高める画期的システムとして評価されている“ダブル冷却器”システムを採用している。

ダブル冷却器システムは，2扉冷凍冷蔵庫のフリーザー・冷蔵室の各室にそれぞれ専用冷却器を配置し，両室の機能的役割を果たすシステムであり，フリーザー冷却システムは先に紹介したファン式 (図2.)・直冷式の両タイプで，冷蔵室の冷却システムは冷却器からの冷気自然対流方式によって物品を冷却する直冷式タイプを採用している。

この“ダブル冷却器”システムと，従来の冷却システムとを比較したのが図3.である。(a)は当社ダブル冷却器システムで，(b)は1冷却器，1ファンにより，フリーザー・冷蔵室への吹出し風量をコントロールするシステムである。(b)のシステムでは，冷却器で冷却された空気は，フリーザー・冷蔵室へそれぞれ配分されて吹出し，特に冷蔵室内の食品から発散する水分を多量に吸収し，冷却器の着霜量を増大させ，冷蔵室内貯蔵食品の乾燥を促進させてしまう。更に，このシステムは1ファンによってフリーザー・冷蔵室の両室を強制的に循環させるため両室間での空気が混合し，食品の臭気がフリーザー内の食品や氷などに移るという不具合点がある。

当社のダブル冷却器システムは，これを改善するシステムとして開発されたもので図4.に示す冷凍サイクルを行う。まず圧縮機から吐出された高温高圧の冷媒は放熱器で液化し，フリーザー専用冷却器内で食品からの熱を奪って一部蒸発してフリーザー内を冷却し，更に残り

* 商品研究所　** 静岡製作所

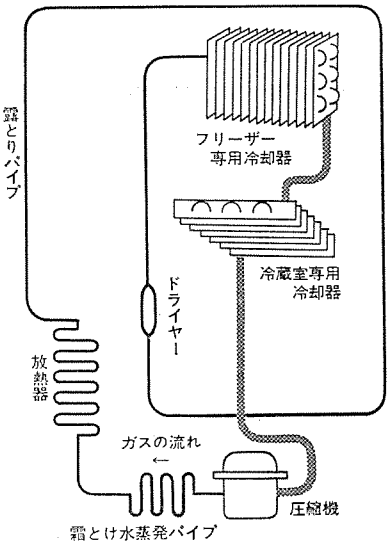


図 4. "ダブル 冷却器" システム の構成

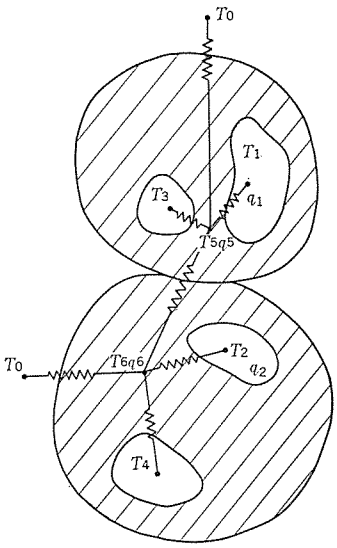


図 5. 冷蔵庫熱系の簡易 モデル

の冷媒は，冷蔵室専用冷却器内で蒸発して冷蔵室内を冷却する。ダブル 冷却器 システム は，フリーザー と冷蔵室がそれぞれ独立の冷却器によって冷却されるため，冷蔵室から フリーザー への臭気の移りがなく，また，冷蔵室は冷気自然対流方式による直冷式を採用しているため冷気の風速が小さく，冷蔵室内食品の乾燥も少ない。

ダブル 冷却器 システム では，冷蔵室専用冷却器の霜取方式に従来から採用して好評を博している "サイクルデフロスト" 方式を継続採用したことで，冷却器に付着した霜は冷凍 サイクル の圧縮機停止中に確実に融解し庫外に排出される。したがって，当社冷凍冷蔵庫の霜取方式は，フリーザー は タイマ と霜取り ヒータ とを備えた全自動霜取りの ファン式と手動霜取りの直冷式，冷蔵室は ファン 式・直冷式ともに サイクル デフロスト 方式の採用によって霜取り用の ヒータ を使用していないので 1 冷却器 1 ファンシステム に比較して，ヒータ による霜取り量は少なくなるため霜取りに要する電力は少なくてすむことになる。

《ニュー みどり》冷蔵庫には近年高まってきた経済性，耐久性の要求に答える種々の配慮がなされている。特に省電力設計の結果として 52 年度《ニュー みどり》MR-211 F・MR-251 F は，51 年度同容量 モデル に対しそれぞれ 18 %・11 %の消費電力低減に成功した。次に，これらの効果を導いた冷蔵庫の基本熱系 シミュレーション について紹介する。

3. 熱系のシミュレーション

3. 1 シミュレーションの特長

ここで述べる シミュレーション は，冷蔵庫設計の初期段階において，冷蔵庫を構成する各要素の アセンブル を容易にし，そのときの冷蔵庫各部温度を動的に把握し，圧縮機の運転率及びそれに伴う消費電力，あるいは，周囲温度・庫内 ヒータ 入力などの外部入力による応答をもあわせて推定しようとするものである。

シミュレーション の入力としては，冷蔵庫冷凍 サイクル の パフォーマンス を含む各機器の特性，外部入力，冷蔵庫の幾何学的仕様などの設計 パラメータ を用い，これら性能特性の連立解として各部温度 $T_i(t)$ を求めることができる。

冷蔵庫の システム は，圧縮機・放熱器・冷却器・毛細管・その他配管等からなる冷凍 サイクル と，断熱された被冷却室，その中の物品等で構成される複雑な系である。そのため冷凍 サイクル の前記各構成部品の物理 モデル までも含むような微視的な熱 モデル を考えることは パラメータ の数が多くなり，シミュレーション が膨大なものとなり得策ではなくこの シミュレーション の意図に合致しない。ここでは冷凍 サイクル については冷却系の能力 パフォーマンス[1] としてとらえ，その他冷蔵庫 システム に与えられる熱量については単純な熱入力として扱うことにする。

3. 2 冷蔵庫熱系のモデル化

冷蔵庫の一般的な熱 モデル を次のように仮想する。

熱容量を有する発熱のある幾つかの物体が，発熱のある流体の ジャケット に包まれるような熱の放散・吸収をする熱系を考えて，この システム の各物体・流体の温度を T_i，そこでの発熱量を q_i，熱容量を C_i とし，この熱系全体を包む周囲環境の温度を T_0 とすれば，この システム の状態方程式は，n 個の状態変数があるとき，スカラー 表示として次の n 個の方程式で書くことができる[3]。

$$dT_i/dt=(a_{i1}T_1+\cdots\cdots+a_{in}T_n)+(b_{i1}q_1+\cdots\cdots+b_{in}q_n+b_0T_0)\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

$i=1, 2, 3\cdots\cdots n$

a, b : 係数

例えばこの場合の物体を包む流体とは冷蔵庫内の空気，あるいは冷蔵庫の構造体と考えることができる。また発熱のある物体とは，そのうちの一つが冷却器を表し，その他は庫内で冷却される負荷物品と考えることができる。

式(1)を簡単のために，ベクトル 表示で示すと式(2)になる。

$$\frac{d}{dt}\underline{T}=\underline{A}\,\underline{T}+\underline{B}\,\underline{q}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

ただし $\underline{T}$ は n 元の状態 ベクトル，$\underline{q}$ は $(n+1)$ 元の入力 ベクトル，$\underline{A}$，$\underline{B}$ はおのおの係数 マトリックス である。

次にもう少し具体的な冷蔵庫の熱系との対応を 図 5. によって行うと，T_1，q_1 は冷凍室の冷却器の温度と発熱量，T_2，q_2 は冷蔵室の冷却器の温度及び発熱量である。T_3，T_4 は各室内で冷却される物品の温度であり，そこでの発熱は無視する。T_5，T_6 は フリーザー 及び冷蔵室内の温度であり，q_5，q_6 はそこにおける発熱量，T_0 は周囲環境の温度である。つまり図 5. で モデル 的に示す熱系への入力は q_1，q_2，q_5，q_6，T_0 で，実際の シミュレーション はこの熱 モデル によって進めることにする。

3. 3 計算の条件

上述した熱 モデル のように，この シミュレーション は冷蔵庫を構成する熱的な要因についての単純化を行っており，更に次に示す仮定を行っている。

(1) 各物体は均一に加熱，冷却される。

(2) 各物体間の温度分布は直線的である。

(3) 冷凍 サイクル は熱的慣性を持たない。

(3)の仮定は圧縮機の運転と同時に冷却器中の冷媒は蒸発を開始し，圧縮機の運転が停止すると冷却器の冷媒も蒸発せず庫内に対して熱的な影響力を持たなくなることを意味する。

3. 4 熱系の動作

3. 2 節で説明した図 5. 上の二つの冷却器の発熱量 q_1，q_2 は圧縮機運転中は負の発熱で，冷却能力となる。

シミュレート する冷凍冷蔵庫は，図 3. (a)，及び図 4. に示す ダブル 冷却器 システム で，各室に専用冷却器を持っている。また図 4. の冷却 システム の構成で示すように各冷却器は一連の配管で接続されているので各蒸発圧力は等しく，そのため圧縮機運転中の各冷却器の温

度は等しい ($T_1=T_2$)。しかし圧縮機が停止している時は，各室内の温度及び各冷却器の熱容量が異なるため，$T_1 \neq T_2$ になる。

ここでこの冷蔵庫の全冷却能力 Q(kcal/h) は各冷却器の冷却能力の和であり，その パフォーマンス は式(3)の近似式で表される[1]。

$$Q=\{S_1+T_1(S_2+S_3T_1)\}+T_C\{S_4+T_1(S_5+S_6T_1)\}+T_C^2\{S_7+T_1(S_8+S_9T_1)\} \cdots\cdots(3)$$

ここに　S_i：　定数 ($i=1\sim9$)

T_C：　冷凍 サイクル の凝縮温度

T_1：　冷却器温度 ($T_1=T_2$)

式(3)において，冷凍 サイクル の スーパヒート，サブクール，あるいは電源周波数等も パラメータ として入れることができる。

図 6. は冷凍 サイクル における冷却能力の パフォーマンス の一例で，凝縮温度を パラメータ として，冷却器温度に対する冷却能力の関係を示す図である。

図 6. からも分かるように，T_1 の 2 次の項まで取らなければ十分な精度が得られず，Q と T_1 は非線形の関係になる。また時間的に変化する量は $T_1\sim T_6$ 及び Q であり，熱系の状態方程式の解を数値解法[2]によって求めた。

以下，式(2)から誘導される各状態の具体的状態方程式を示す。圧縮機運転時における熱系の状態方程式は，入力は $Q(T_1)$ と T_0 があり，庫内物品からの発熱量がないものとすれば $q_5=q_6=0$ とすることができ，式(4)で表される。

$$d/dt\begin{bmatrix}T_1=T_2\\T_3\\T_4\\T_5\\T_6\end{bmatrix}=\underline{A}\cdot\begin{bmatrix}T_1\\T_3\\T_4\\T_5\\T_6\end{bmatrix}+\underline{B}\cdot\begin{bmatrix}Q(T_1)\\T_0\end{bmatrix} \cdots\cdots(4)$$

圧縮機停止時は式(4)と同じようにして，各冷却器の冷却能力は 0 になるので，$Q=0$ にすることができ，入力は T_0 のみとなるから，状態方程式は式(5)で表される。

$$d/dt\begin{bmatrix}T_1\\T_2\\T_3\\T_4\\T_5\\T_6\end{bmatrix}=\underline{C}\cdot\begin{bmatrix}T_1\\T_2\\T_3\\T_4\\T_5\\T_6\end{bmatrix}+\underline{D}\cdot T_0 \cdots\cdots(5)$$

$\underline{A}$, $\underline{B}$, $\underline{C}$, $\underline{D}$ は係数 マトリックス であり，熱系の ヒートバランス から求めることができる。

$$\underline{A}=\begin{bmatrix}-P_{E1}, & -P_{E2}, & 0, & 0, & P_{E1}, & P_{E2}\\0, & 0, & -P_{335}, & 0, & P_{335}, & 0\\0, & 0, & 0, & -P_{446}, & 0, & P_{446}\\-P_{515}, & 0, & P_{535}, & 0, & -P_{L1}, & 0\\0, & -P_{626}, & 0, & P_{646}, & 0, & -P_{L2}\end{bmatrix}\quad \underline{B}=\begin{bmatrix}C_E^{-1}, & 0\\0, & 0\\0, & 0\\0, & P_{550}\\0, & P_{660}\end{bmatrix}$$

$$\underline{C}=\begin{bmatrix}-P_{115}, & 0, & 0, & 0, & P_{115}, & 0\\0, & -P_{226}, & 0, & 0, & 0, & P_{226}\\0, & 0, & -P_{335}, & 0, & P_{335}, & 0\\0, & 0, & 0, & -P_{446}, & 0, & P_{446}\\-P_{515}, & 0, & P_{535}, & 0, & -P_{L1}, & 0\\0, & -P_{626}, & 0, & P_{646}, & 0, & -P_{L2}\end{bmatrix}\quad \underline{D}=\begin{bmatrix}0\\0\\0\\0\\P_{550}\\P_{660}\end{bmatrix}$$

ただし　$P_{E1}=1/R_{15}C_E$,　$P_{E2}=1/R_{26}C_E$,　$C_E=(C_1+C_2)$

$P_{ijk}=1/C_iR_{jk}$

$P_{L1}=(P_{515}+P_{535}+P_{550})$

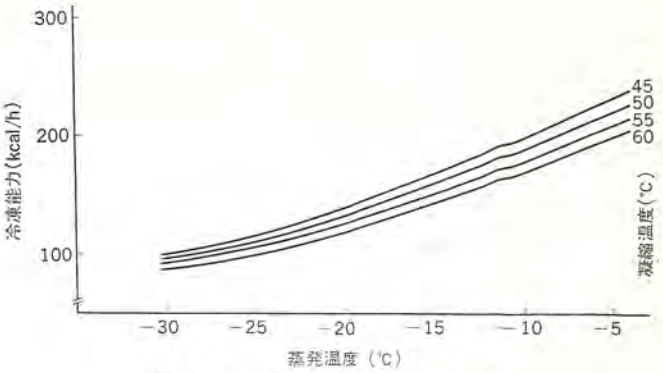


図 6. 冷凍 サイクル パフォーマンス の一例

$P_{L2}=(P_{626}+P_{646}+P_{660})$

また　R_{ij}：　T_i と T_j 間の熱抵抗 (h℃/kcal)

C_i：　各部の熱容量 (kcal/℃)

4. 計　　算

4. 1 計算方法

3 章までに述べてきた アルゴリズム では，説明を簡単にするために冷却器以外での発熱を無視してきたが，実際の冷蔵庫の熱系では庫内に埋設された他の発熱要素があるので，それらの発熱を考慮しまた，冷却器の特性値，各部熱容量，熱抵抗など システムパラメータ の値を式(4)及び式(5)に代入し，ルンゲクッタ法[2]によって数値計算を行い状態量の時間的変化を求めた。

図 7. に概略の計算の フロー を示す。フロー中の T_2 は冷蔵室冷却器

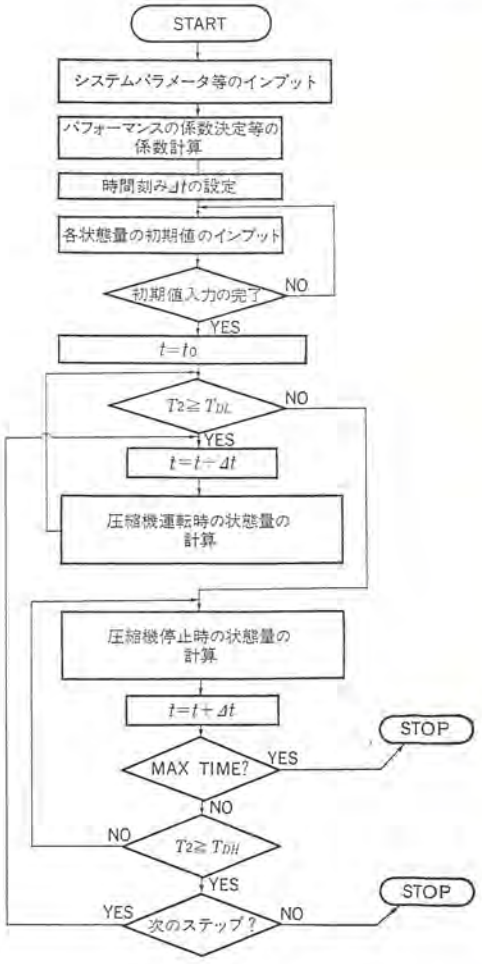


図 7. ゼネラル フロー

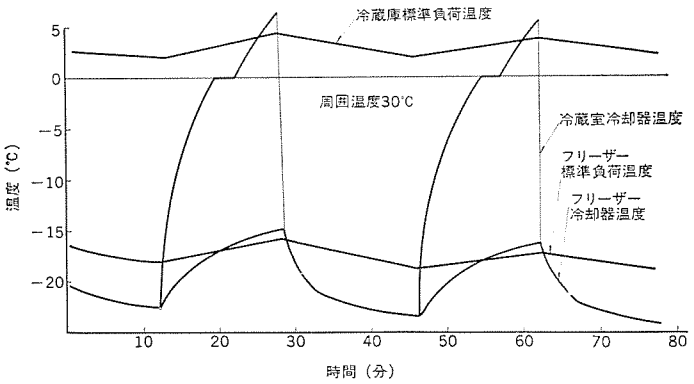


図 8. "ダブル 冷却器" システム 計算例 (1)

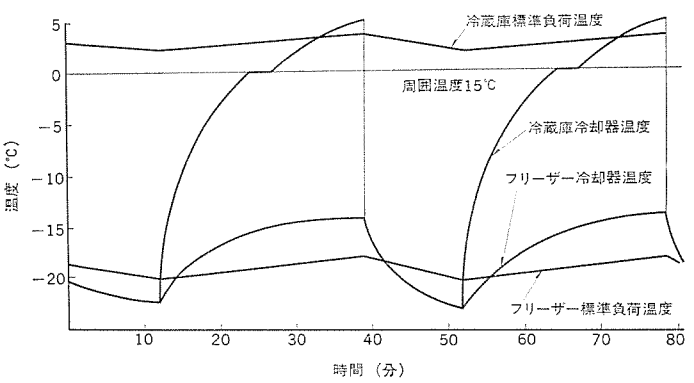


図 9. "ダブル 冷却器" システム 計算例 (2)

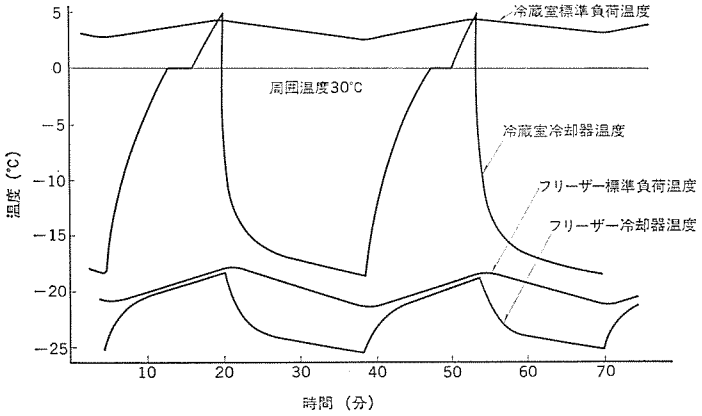


図 10. 2蒸発温度 システム の計算例

温度であり，T_{DH}, T_{DL} は T_2 によって圧縮機の発停を制御するための設定温度で，$T_2=T_{DH}$ で圧縮機は ON，$T_2=T_{DL}$ で OFF する。その外，主要な庫内物品の熱容量に関連する時定数については実験的に定めた値を用いる。

4. 2 計算結果

計算結果の一例を図 8.，図 9. に示す。図 8. は周囲温度 30°C，図 9. は 15°C とし，フリーザー の蒸発温度は同一にして，圧縮機の ON, OFF に従って時間的に変化する フリーザー 標準負荷温度，フリーザー 温度，冷蔵室標準負荷温度及び冷蔵庫冷却器温度の カーブ を示す。

この報告では，簡単のために説明を省略したが，図 8.，図 9. に示すように，冷蔵庫冷却器の自然霜取り過程（サイクルデフロスト）についても シミュレーション 計算を行うことができ，サイクルデフロスト時に霜取りできる最大霜取り量も求められる。

また，庫内冷却負荷の増減，扉の開閉による庫外空気侵入負荷による影響も，図 5. に示す q_5, q_6 の熱入力を設定することによって容易に推定することができる。また周囲温度による圧縮機運転率の相違も容易に推定することができ，例えば，図 8. の周囲温度 30°C の場合の圧縮機運転率は，図 9. の 15°C の場合に比べて約 20 %大きいことが分かる。

このようにして新冷蔵庫の構想段階から，各部の温度特性，圧縮機の運転，停止時間，及びそれに伴う圧縮機の運転率，それによって得られる冷蔵庫の消費電力量等を把握することが可能となった。また，冷蔵庫設計者の身近にある卓上の小形電算機で構成部品の仕様，例えば冷却器の大きさ，庫内 ヒータ 等の増減，断熱材の厚さ，などの設計 パラメータ による各部温度特性を推定することが可能になった。

更に他方式の冷蔵庫，例えば，図 3. (b) で示す ファンダンパ 方式あるいは フリーザー と冷蔵室にある各冷却器の蒸発温度が異なる 2 蒸発温度方式などにもこの シミュレーション を拡張することができる。

図 10. は 2 蒸発温度方式による冷凍冷蔵庫の シミュレーション 計算例で，周囲温度は 30°C に設定している。図からも明らかなように，圧縮機運転中は冷蔵室冷却器の温度は フリーザー 冷却器の温度より高い レベル で推移している。この計算例も，図 8.，図 9. と同様に冷蔵室冷却器温度が 0°C 以上になっているので サイクルデフロスト が確実に行われている。

図 8.～図 10. の シミュレーション 計算例と実測による各部の温度推移状況を比較すると，温度 レベル 及び時間 スケール においても数%の差異しかなく，簡易化した熱 モデル によって行った シミュレーション の妥当性が明らかになった。

5. む す び

現在の冷凍冷蔵庫の システム は，各室の食品を新鮮に保持できるように庫内温度を制御できることはもちろんのこと，省 エネルギ 化あるいは運転経費を低く抑えることができるように，各要因の複雑な バランス を考慮することが必要な システム になっている。この報告で述べた シミュレーション は，このように複雑な システム の設計及び試験の合理化と時間の短縮を計るために，諸設計 パラメータ の方向づけを卓上の小形電算機を利用してできる レベル を目指したもので，当社の新冷凍冷蔵庫《ニュー みどり》を例にあげて説明した。

この シミュレーション は複雑な システム を簡単な ヒートバランスモデル に仮定したもので，これによって容易に，設計 パラメータ，その他種々の要因が冷蔵庫 システム の運転特性に及ぼす影響を定性的だけでなく定量的に評価できるようになった。

この解析から，各種要因の組合せの最適化を考慮することが可能になり，また，冷蔵庫の冷却 システム や冷却方式についての比較も可能になった。

今後は更に，シミュレーション の単純化の方法を改良して精度を高めると同時に，冷凍冷蔵庫の省 エネルギ 化，設計・試験の合理化を図るため，より容易に，日常的に シミュレーション 解析を行い得るよう展開を図っていく予定である。

参 考 文 献

(1) 笠置ほか：冷凍・空調設計用 ソフトウェア，三菱電機技報，49, No. 11 (昭 50)

(2) HEWLETT-PACKARD CALCULATOR 9820 A MATH PAC

(3) 高橋：ダイナミックシステム 論，丸善 (昭 49)

大容量8,500kVA自励式インバータ

細野　勇*・川畑隆夫*・矢野禎成*・原　康博*・開高　徹*

1. まえがき

大容量回転機試験設備用の周波数変換装置として，自励式インバータでは世界最大級の8,500 kVA，60/50 Hz周波数変換装置を完成し，三菱重工業(株)高砂製作所に納入した。この装置は各種のポンプ・コンプレッサ・ブロワなどの大形化に対応した試験用電源として設置されたものであり，納入後順調にか(稼)動しており，その概要を紹介する。

我が国では50 Hzと60 Hzとが共存するため，家電メーカから産業機器メーカに至るまで，製作した機器の試験電源として，周波数変換装置を必要とする場合が多く，従来からこの種の用途のために，モータと発電機との組合せによるM-G方式の周波数変換装置が多数用いられていた。一方，サイリスタインバータによる静止形周波数変換装置は，その特長である小形・高効率・高精度あるいは据付費の経済性などを生かし，コンピュータシステム用を中心にした無停電電源装置として，数kVAから500 kVA以下の分野で急速に伸び，今や完全に回転形を駆逐するに至っている。この技術を試験設備用電源に適用した例も次第に増加しているが，200～300 kVA以下の小容量器に限定されていた。これは1,000 kVAを超える自励式インバータを完成させるには，技術的に解決すべき多くの問題点があり，経済的にもM-G方式が有利であったためであると考えられる。今回完成した8,500 kVAの自励式インバータは，これらの問題点を解決して自励式インバータの定格容量を一挙に1けた(桁)引上げることに成功し，大電力分野への自励式インバータ導入の端緒を開いたものと将来が期待される。

この大容量インバータの応用分野は広く，このインバータ技術を適用した若干の具体的構成例についても述べる。

2. 三菱大容量自励式インバータの特長

大容量自励式インバータの特長を以下に述べる。

従来の電動発電機を用いた回転形の周波数変換装置と比べて，大容量自励式インバータのまず第一にあげられる利点は，静止器としての優利性であるが，その他にも表1.のように多くの長所があげられる。更に，この方式による大容量自励式インバータの特長は，

(1)　500～20,000 kVAの大容量までをカバーできる。

(2)　インバータ盤寸法は，従来のインバータのイメージを一新したコンパクトなものである。

(3)　周波数は3 Hz～60 Hz間を自由に変えられ得る。

(4)　出力電圧波形は，く(矩)形波・階段波・正弦波と負荷の要求に応じて自由自在に作られ得る。

(5)　インバータの心臓部であるサイリスタの転流回路は，当社独自の方式で，素子の電圧・電流責務を100%有効に利用した理想的なものである。(特許登録済)

(6)　出力電圧を一定に制御するために定電圧制御を行っている。

(7)　過電圧・過電流の場合には，インバータを強制して瞬時に電源を解放する。

表1. 大容量周波数変換装置の比較

比較項目	自励式インバータ	回転式周波数変換装置
保守点検	容易	比較的困難
基礎工事	容易	高価
大形天井クレーン(保守用)	不要	必要
天井はり強度	不要	必要
搬入	容易	困難
騒音	小	大
振動	小	大
始動・停止	短時間で簡単	大容量になるほど手数がかかる
定格周波数範囲	50 Hz/60 Hz共用できる	50 Hz/60 Hz共用すると経済的に不利
周波数変動	定常的にも過渡的にも変動なし	負荷の増減により変動する
電圧変動	負荷変動，電源変動に対し0.1秒で回復する	回復がやや遅い
電源力率	整流器がダイオードの場合は90%以上	やや悪い

(8)　セットの主要部分である三菱サイリスタは，圧接構造とセンタゲート方式によって高い信頼性が実証済みである。

3. 装置の概要と仕様

3. 1　装置の概要

この装置は，3相60 Hz 6.6 kVの電力を受け，これを3/3.3/6/6.6 kVの3相50/60 Hzの交流電力に変換し，誘導電動機を一定速度で駆動する静止形周波数変換装置であり，誘導電動機は低周波低電圧で始動され，周波数と電圧との比を一定に保ちながら加速される。

図1.に総合系統図を示す。入力変圧器は，しゃ断器を経て60 Hz 6.6 kV入力母線に接続される。この変圧器とシリコン整流器とによっ

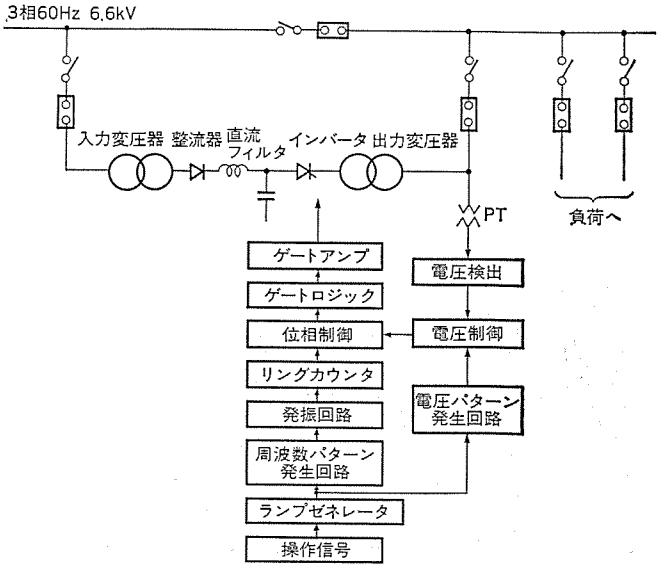


図1. 総合系統図

* 伊丹製作所

て組合せ12相整流回路が構成され，出力としてリプルの少ない直流を得るとともに，入力母線に流出する高調波電流を低減している。シリコン整流器を出た直流は，インバータ盤に収納された直流フィルタ回路によって平滑化されてインバータに印加される。インバータは，3台の出力変圧器と組合わされてPWM多重インバータが構成され，直流が変換されて，出力変圧器の2次側に正弦波に近い階段状の交流可変周波数・可変電圧が得られる。

出力変圧器の2次側は，しゃ断器を経て負荷側の母線に接続されている。また，60 Hz で誘導電動機を直入始動される場合，インバータを使用しないで受電系統から直接運転できるように入力及び負荷側の両母線間にしゃ断器が設けられている。

3. 2 装置の仕様

この装置は，入力変圧器・シリコン整流器盤，インバータ盤，出力変圧器・インバータ制御盤から構成され，その仕様は下記のとおりである。

(1)	入力	容量	10,130 kVA
		相数	3相
		周波数	60 Hz
		電圧	6.6 kV +10% −5%
		定格	100% 連続
(2)	出力	容量	8,500 kVA (将来9,300 kVA，ただし，一部ユニット追加)
		相数	3相
		周波数	50 Hz，60 Hz
		電圧	6.6 kV
		電流	744 A
		定格	100% 連続，140% 2分間
(3)	制動	回生制動なし。	
(4)	始動	低周波低電圧より電圧／周波数比が一定になるように制御し，電動機を徐々に加速する。	

3. 3 各機器の構造

インバータ盤の外観を図2.，インバータ制御盤・シリコン整流器盤の外観を図3.に示す。

インバータ盤・シリコン整流器盤は，共に強制風冷式で，冷却風を盤正面より吸い込んで盤上部に排気する。直流端子は，インバータ・シリコン整流器共に盤上部に出され，ブスバーで互いに接続されている。また，入・出力変圧器は，それぞれシリコン整流器・インバータの直下に置かれ，各盤下部に出された交流端子とブスバーで接続されている。

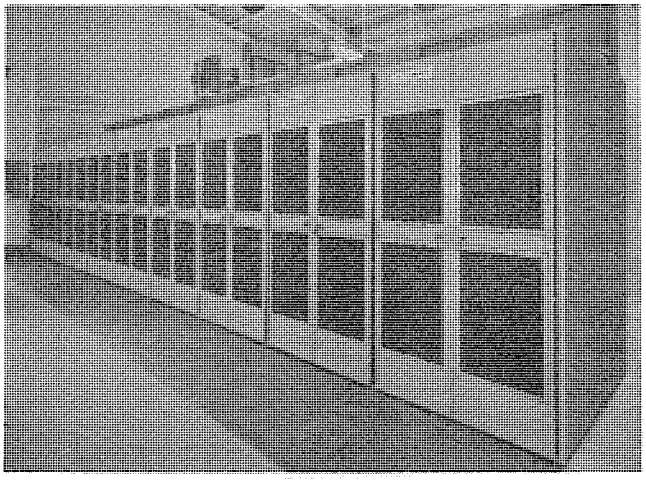


図 2. インバータ盤外観

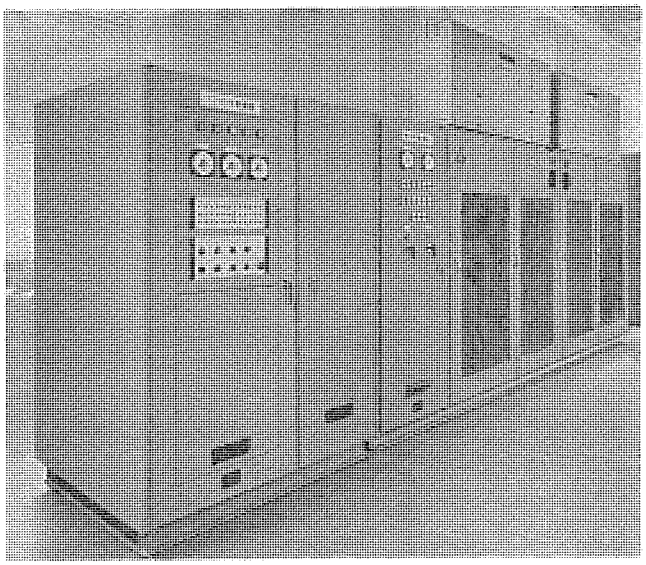


図 3. インバータ制御盤，及びシリコン整流器盤外観

4. インバータ装置

4. 1 インバータ装置主回路

このインバータ装置の主回路を図4.に示す。この装置は，入力変圧器・シリコン整流器・直流フィルタを内臓するインバータ及び出力変圧器3台で構成される。直流フィルタは，直流電圧リプルを吸収するとともに，コンデンサは無効電力を吸収する。

また，この装置では，多重PWMインバータ方式を採用している。これは，6章で説明するように，パルス幅制御により出力電圧制御を行うPWMインバータをユニットインバータとし，相互に位相差を有する3台の3相PWMインバータ出力を積重ねて出力波形を改善する方式である。

図4.中のベクトル図は，この装置の位相関係を表したものであり，3台の出力変圧器で合成される。

この結果，出力電圧の高調波分は，$18n \pm 1$ 次 ($n=1, 2, 3, \cdots$) のみとなり，負荷の誘導電動機の電流は，ほぼ正弦波に近くなる。

4. 2 制御回路

制御ブロック図は図1.の総合系統図内に示されている。周波数及び電圧は，図5.の(a)，(b)，(c)，(d)のように，V/F＝一定になるような四つの基準パターンによって制御される。このパターンによって，モータを加速していき，モータの加速完了後は定電圧・定周波で運転される。なお，図中の位相制御ではPWMインバータのパルス幅を制御しており，ゲートロジックでは各ユニットインバータの主サイリスタ用ゲートパルス信号及び主サイリスタ消弧用補助サイリスタゲートパルス信号が作られる。

ゲートアンプは，このパルスを増幅して各サイリスタに供給する。主サイリスタ用ゲートアンプにはピケットフェンス方式を採用してゲート回路の電力損失を低減している。

4. 3 保護

故障時の保護シーケンスは，種々の保護アイテムによってすべての故障をピックアップし，2次被害を及ぼすことなく，正常にインバータが停止するように組まれている。更に，この装置の想定し得る異常に対して適切な保護回路を持たせ，重要な制御機能については，並列化することによって信頼性を高めている。

故障内容を，故障モニタパネルにすべて表示し，故障時のダウンタイム

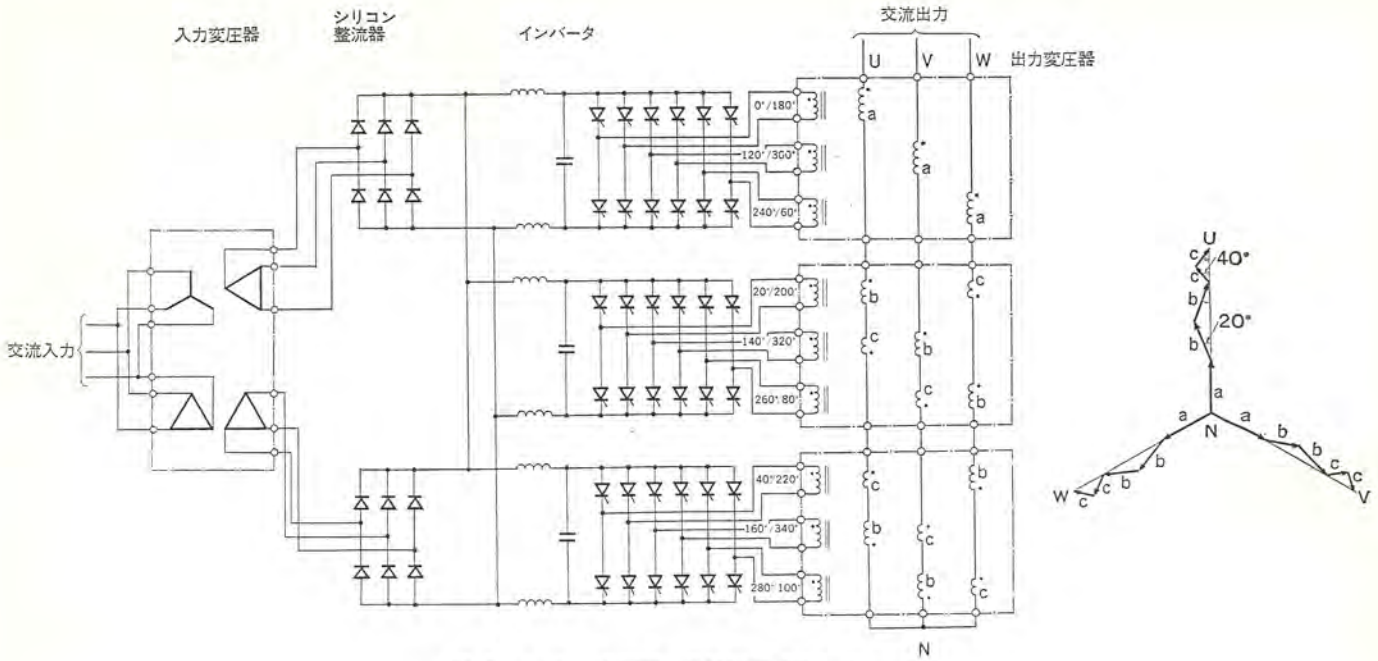


図 4. インバータ主回路，及び出力電圧のベクトル図

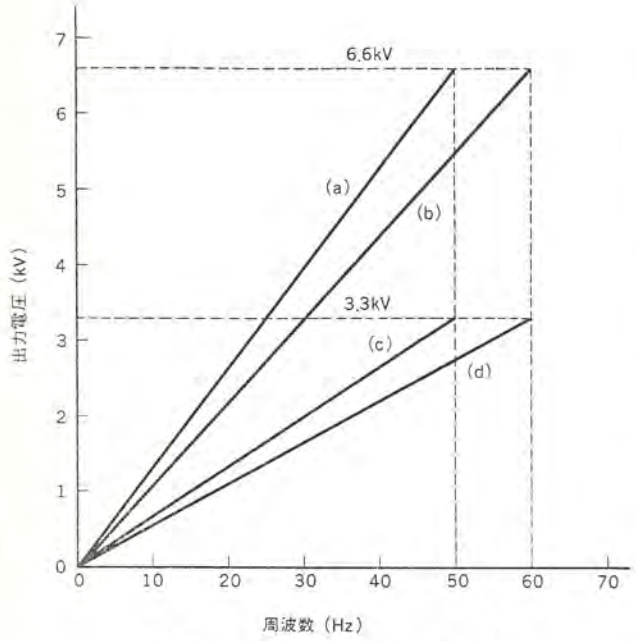


図 5. 出力周波数と出力電圧の特性

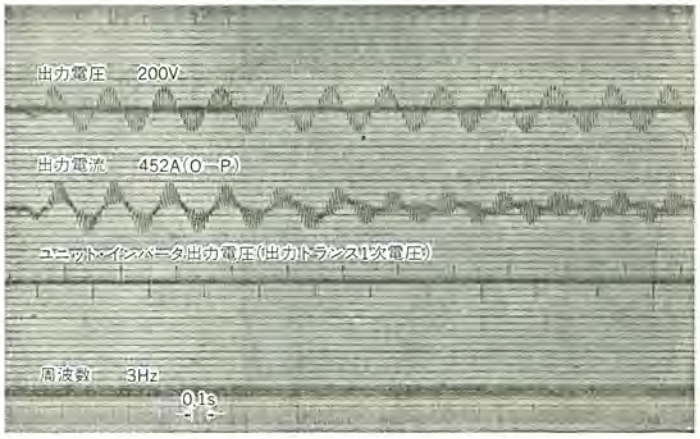


図 6. 誘導電動機始動時のオシログラム

を減少させるとともに，保守の容易さを考慮して配置してある。

非常停止・故障停止の場合には，速やかに主ゲートをオフし，このときに点弧されている主素子を消弧するため，補助サイリスタを点弧して強制しゃ断する。このため，電源喪失などが生じても前記のシーケンスが完了するまで，すべての回路が正常に動作するように考慮されている。

5. 試験結果

このインバータによる，1,450 kW 3.3 kV 60 Hz，及び 510 kW 6.6 kV 50 Hz の誘導電動機の運転試験結果について述べる。

5. 1 誘導電動機の始動

この周波数変換装置は，誘導電動機を負荷にして 3 Hz 又は 6 Hz の低周波で低電圧始動を行う。

図 6. は，1,450 kW 3.3 kV 60 Hz の無負荷の誘導電動機を 3 Hz 始動したときのオシログラムである。図中，周波数はアナログ量に変換したものである。始動時のピーク電流は約 452 A でモータ定格電流のおよそ 150% に当たり，非常に円滑な始動波形であることを示している。このときの出力電圧は 200 V である。

図 7. は，同一誘導電動機の 60 Hz 時の始動完了後の定常波形である。3～60 Hz の間，ある所定の加速時間で加速されるが加速途中に電圧・電流の異常現象は認められず，良好に加速されており，制御応答が極めて安定である。

5. 2 誘導電動機の定常運転

図 8. は，1,450 kW, 3.3 kV, 295 A, 50 Hz の誘導電動機の全負荷時の出力電圧・電流波形である。

図 9. は，510 kW 6.6 kV 50 A 50 Hz の誘導電動機の全負荷時の波形である。更に，図 10. は，同モータの同一条件における，各相の電圧・電流のオシログラムである。

出力波形のひずみ率は，位相制御角によって異なるが，6.6 kV 誘導電動機運転付近では 10% 以下に改善されており，電流リプルは極めて小さく良好な運転結果を得た。

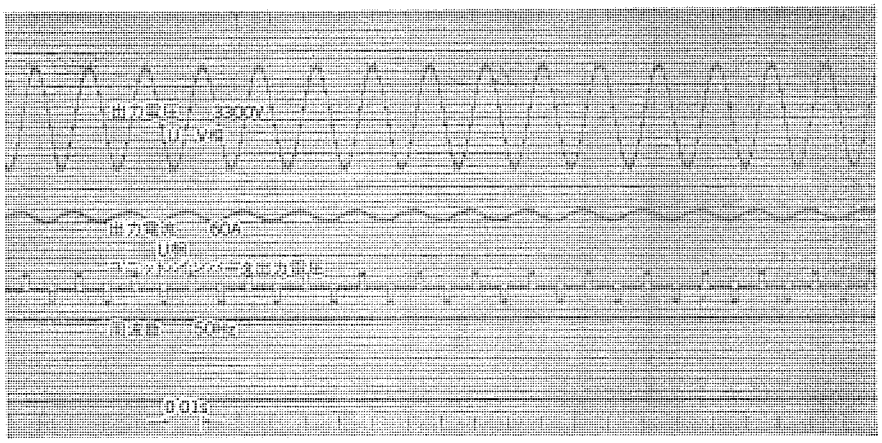
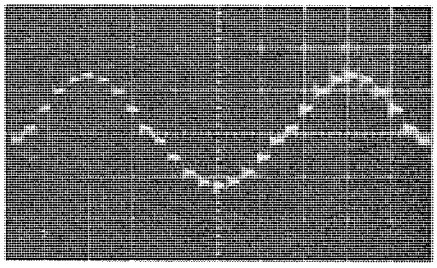
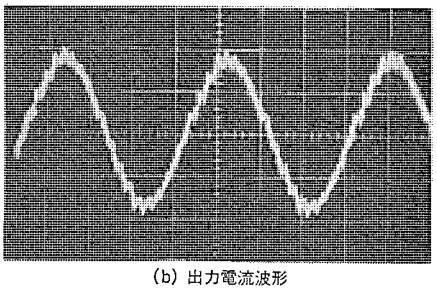


図 7. 誘導電動機始動完了時の オシログラム



3000V/div
3.3ms/div

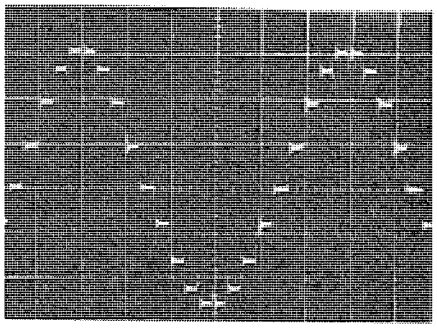
(a) 出力電圧波形



250A/div
5ms/div

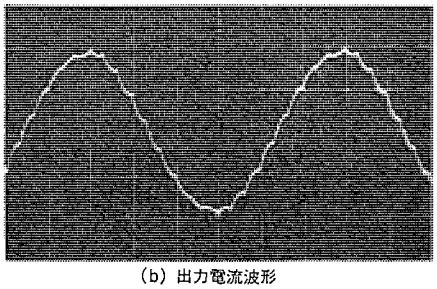
(b) 出力電流波形

図 8. 出力電圧・電流波形 (1,450 kW 3.3 kV 50 Hz)



3000V/div
3.3ms/div

a) 出力電圧波形



37.5A/div
3.3ms/div

(b) 出力電流波形

図 9. 出力電圧・電流波形 (510 kW 6.6 kV 50 Hz)

5. 3 故障試験

図 11. は，1,450 kW 3.3 kV の誘導電動機を 50Hz で運転中に模擬的にある故障を発生させて インバータ を停止させたときの オシログラム である。インバータ が強制しゃ断されて，数 サイクル 後に インバータの出力しゃ断器が解放されている。

6. 大容量自励式インバータの適用と構成

この大容量自励式 インバータ に電源力率が良く，電源高調波の少ない トランス 結合多重 PWM方式が採用された。大容量自励式 インバータ の応用分野は広範囲であり，今回開発された大容量自励式 インバータ を適用して各種の インバータ 装置が構成される。用途に応じて最適の インバータ 装置を構成するため，本章では大容量 インバータ の適用とその具体的構成とについて述べる。

6. 1 インバータの適用

この インバータ が適用されるのは，50/60 Hz 周波数変換器，ポンプ・クレーン などの試験用電源としての交流 モータ 駆動電源，省 エネルギ を目的とした ファン・ブロワ の風量制御用可変周波数電源，また溶接器用矩形波電源など，多岐にわたっている。

6. 2 インバータの構成

インバータ は表 2. のように，用途・負荷の種類，負荷電圧波形，負荷特性，運転方法，定格に応じて最適に構成される必要がある。インバータ の基本的機能として周波数制御と電圧制御との二つの機能が必要であるが，この電圧制御の方法に電圧の振幅を制御する振幅制御方式 (Pulse Amplitude Modulation，略して PAM) と，パルス 幅を制御する パルス 幅制御方式 (Pulse Width Modulation，略してPWM) があり，この二つの方式について簡単に述べ，次に負荷の要求する電圧波形が矩形波・階段波・正弦波の場合について インバータ の具体的構成例を示す。PWM 方式はもちろん，PAM 方式についてもこの大容量 インバータ の技術をそのまま適用できる。

6. 2. 1 PAM と PWM

PAM インバータ と PWM インバータ の原理図を図 12. に示す。

図12(a)は，PAM 方式の原理図である。インバータ 部は，TU・TV・TWの 3 アーム から構成され，互いに 120 度ずつ位相差を持たせて ON-OFF する。また，TU 1 と TU 2，TV 1 と TV 2，TW 1 と TW 2 とは 180 度ごとに交互に ON-OFF する。このようにすると，出力線間電圧波形は 120 度幅の矩形波になる。この場合，TU・TV・TW で構成される 3 相 インバータ 部は，電圧制御機能を持たぬため，電圧制御は直流電源 E_M によって行う。

図12(b)は PWM 方式の原理図である。INV 1 と INV 2 とは，それぞれ PAM 方式と同一の 3 相 インバータ を構成し，INV 2 を INV 1 に対して位相角 θ だけ遅らせると，位相角 θ に相当する幅の電圧が負荷端子に発生する。この場合，電圧は パルス 幅 θ によって制御され，直流電源 E_M は制御されない。(なお FU 1，FU 2，CU 1，CU 2 で構成される単相 ユニット を PWM ユニットインバータ と呼んでいる)

6. 2. 2 具体的構成例

図 13. は，負荷電圧波形に矩形波・階段波・正弦波が要求される場合の インバータ の具体的構成例を示す。以下にその構成について順を追って述べる。

図 10. 3相出力電圧・電流の オシログラム (510 kW 6.6 kV 50 Hz)

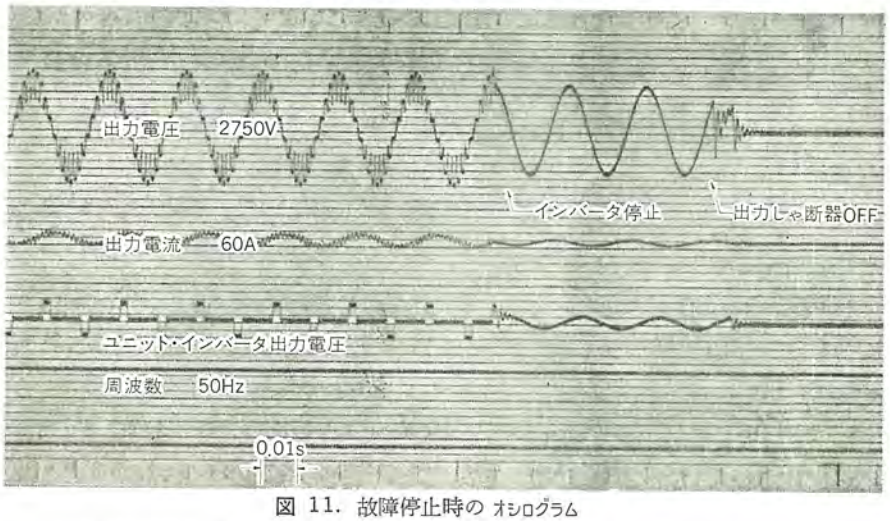


図 11. 故障停止時の オシログラム

表 2. インバータ構成決定のために考慮すべき事項

項　目	内　容
1. 用　途	(a) 周波数変換器
	(b) 試験用電源
	(c) 交流モータ可変速制御
	(d) その他
2. 負　荷	(a) 交流モータ（誘導電動機・同期電動機）
	(b) 誘導負荷（コイルなど）
3. 負荷特性	(a) 突入電流の有無
	(b) 交流モータ可変速制御の場合は速度－トルク特性
4. 運転方法	(a) 連続あるいは間欠運転
	(b) 回生の有無
5. 出力電圧波形	(a) 矩形波
	(b) 階段波
	(c) 正弦波
6. 定　格	(a) 容量・相数・電圧
	(b) 過負荷
7. 電　源	(a) 系統
	(b) 容量
8. 環　境	(a) 設置場所
9. そ の 他	(a) 具備すべき条件

(1) 矩形波 インバータ

図 13. (a)に示すように，回路的に最も簡単な構成である。サイリスタ整流器によって交流を直流に変換し，インバータによって再び直流を交流に変換する。電圧制御は サイリスタ整流器によって行う PAM 方式である。回生の必要な場合には，点線のように逆方向整流器を付加する。高圧が必要な場合には，点線のように トランスを設置する。鉄鋼 テーブルモータ駆動等は，一般にこの方式が採用されている。

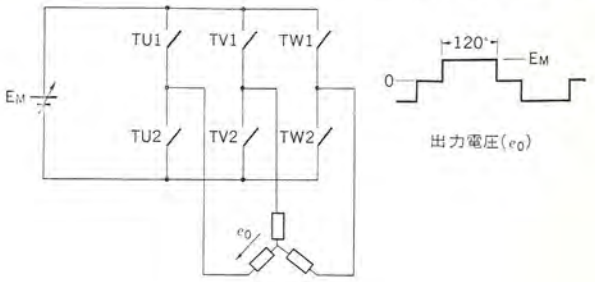
(2) 階段波 インバータ

PAM 式 インバータにしても PWM インバータの場合でも，インバータ単体の出力電圧波形は矩形波である。この矩形波電圧から高調波を除去するため，複数の3相 インバータを位相差を持たせて重ね合わせることによって階段状の電圧を発生させることができる。この方式を一般に多重 インバータと呼んでいる。この多重化法には，相間 リアクトル結合と トランス結合方式との2種類がある。

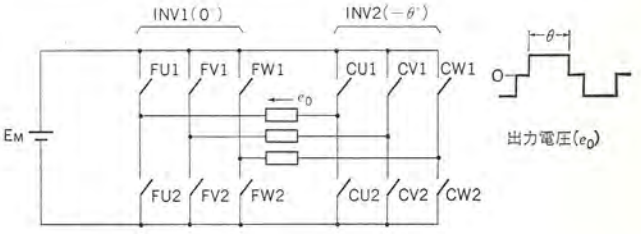
(a) 相間 リアクトル多重 インバータ (PAM 方式)

3相 PAM 式 インバータを複数個互いに位相差を持たせて相間 リアクトル で結合し，リアクトル の センタタップから出力を取り出す方式で，出力波形は階段波になる。

図 13. (b)は，相間 リアクトル多重6相 インバータで，出力波形は2段階段波になる。このようにすると，リアクトル 容量は全負荷容量の 10% 程度の容量で済み，波形は著しく改善される。電圧の制御は サイリスタ整流器によって行う。回生の必要な場合には，

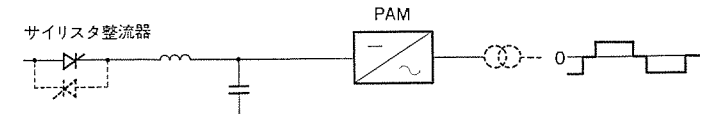


(a) 3相PAM式インバータ

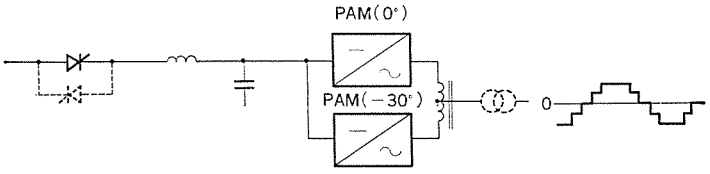


(b) 3相PWM式インバータ

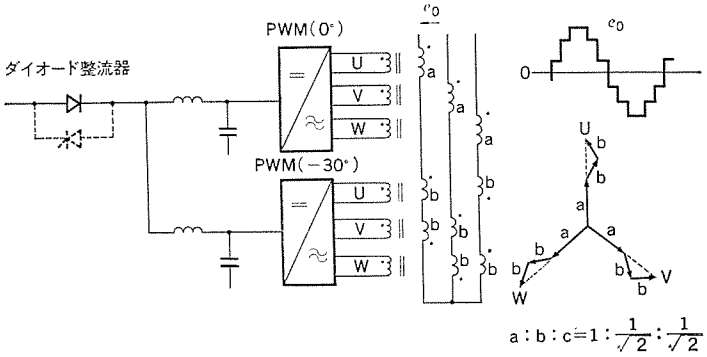
図 12. 振幅制御方式 (PAM) インバータと パルス幅制御方式 (PWM) インバータ



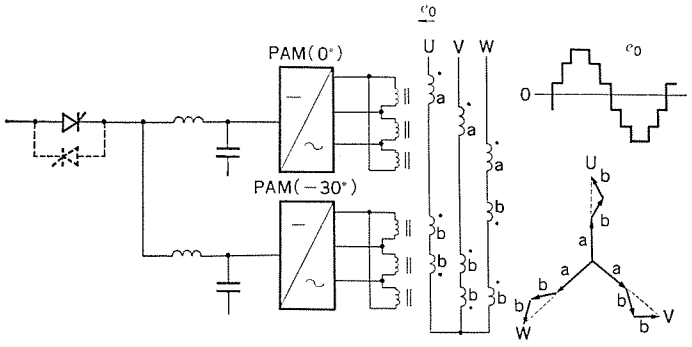
(a) 矩形波インバータ



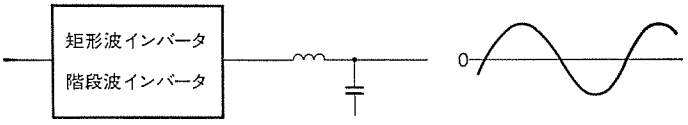
(b) 相間リアクトル多重インバータ(6相PAMインバータ)



(c) トランス結合多重インバータ(6相PWMインバータ)



(d) トランス結合多重インバータ(6相PAMインバータ)



(e) 正弦波インバータ

図 13. インバータ主回路構成

点線のように逆方向整流器を付加する。高圧が必要な場合には，点線のように トランス を設置する。この方式は トランス を必要としない低圧の場合に有利である。

(b) トランス結合多重 インバータ

3相 インバータ を複数個互いに位相差を持たせて運転し，絶縁 トランス を介してその2次側を ベクトル 的に加算して階段状の電圧にし，矩形波に含まれる低次高調波を除去する方式である。この方式には，PWM 方式と PAM 方式の2種類がある。

図 13. (c)は，6相多重 PWM インバータ で，30° 位相差のある2台の3相 PWM インバータ を トランス結合したものである。第5・第7調波は除去され，出力電圧高調波次数は，$12n\pm1$ ($n=1, 2, \cdots$) になり，最低高調波は第11調波になる。もう一つの代表的 トランス 結合多重 インバータ は9相 インバータ で，これについては既に 4. 1節に述べてある。多重 PWM インバータ では，電圧の制御は インバータ 自身で行うので整流器は ダイオード 整流器でよい。

図13. (d)は，6相多重 PAM インバータで，30° 位相差のある2台の3相 PAM インバータ を トランス結合したものである。この場合，出力電圧高調波次数は6相多重 PWM インバータ と同様に $12n\pm1$ ($n=1, 2, \cdots$) になる。電圧制御は サイリスタ 整流器によって行い，インバータ 部では パルス 幅制御を行わないので，出力電圧の高調波含有率は小さい。

いずれの方式も回生の必要な場合には，点線のように逆方向整流器を付加する。

(3) 正弦波 インバータ

大方の負荷に対して矩形波・階段波で実用上に差し支えない場合が多いが，負荷の特性上から更になめらかな正弦波が要求される場合には，図 13. (e)のように，出力側に AC フィルタ を持続する。多重 インバータ では，インバータ 自体がかなり高次までの高調波を除去するので，交流 フィルタ の容量は比較的少なくて済む。

7. む す び

この インバータ の完成に関して最も特筆すべきは，従来，中小容量の比較的特殊な用途に限定されていた自励式 インバータ が，10,000 kVA の大台に達し，一般工場用の試験用電源の分野にまで応用されるようになったことであろう。一般に，電力応用には直流と交流とがあるが，自由に変圧し，制御し，開閉し得るという点から交流のほうがはるかに使いやすくて一般性があることは言うまでもないが，その交流電力の周波数を自由に制御し得る手段としての自励式 インバータ に期待されるところは非常に大きく，今後，次第に大電力の分野にも進出してゆくものと思われる。この インバータ は，容量と経済性とで大容量自励式 インバータ の一つの壁を打ち破り，大電力応用分野への端緒を開いたものと言えるであろう。

最後に，この インバータ の計画・完成に当たり，種々ご指導，ご協力を賜った三菱重工業(株)高砂製作所のかたがた及び社内関係者に深く感謝する次第である。

スポット 新形漏電リレー

三菱電機はこのたび低圧電路の地絡保護、感電保護のための新形漏電リレーを開発しました。

特　長

1. 感度電流の切替えができます

幹線の地絡保護に適した感度電流が得られるように、200、500、1000mAの切替えができます。(NV-ZB, ZS, ZU, ZA)

2. 動作時間の種類をふやしました

地絡事故時に幹線と分岐の動作上の協調が得られるように、動作時間が0.3、0.8秒の時延形を開発しました。(NV-ZB, ZS)

3. 選択協調ができます

分岐で地絡事故が起きると幹線の漏電リレーを電気的にインターロックして、分岐の漏電リレーのみ動作させます。(NV-ZU)

4. 漏電警報用リレーがあります

地絡を検出・通報した後、地絡がなくなると自動的に復帰します。(NV-ZA)

5. 漏電表示

ランプ表示(NV-ZB, ZA)とボタン表示(NV-ZS)があります。

6. 高定格電流の零相変流器を開発しました。

一次導体付の零相変流器を一次定格電流3200Aのものまでそろえました。(NV-ZB, ZS, ZU, ZA)

7. 400V回路に直接接続できます

内蔵リレーの接点容量を415Vの定格にしました。(NV-ZS, ZU)

8. 埋込形にすることができます

フラッシプレートを取付けて埋込むこともできます。(NV-ZS, ZU)

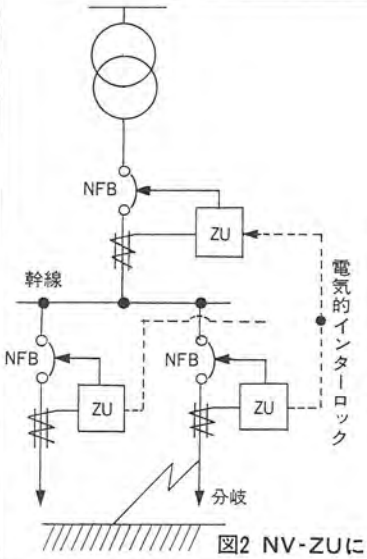
新形漏電リレーの種類

NV-ZB形……小形経済品、電気式自己保持形
NV-ZS形……汎用品、機械式自己保持形
NV-ZU形……選択協調用、上位インターロック形
NV-ZA形……漏電警報用、自己復帰形

零相変流器

リレー部

図1 新形漏電リレーNV-ZS形

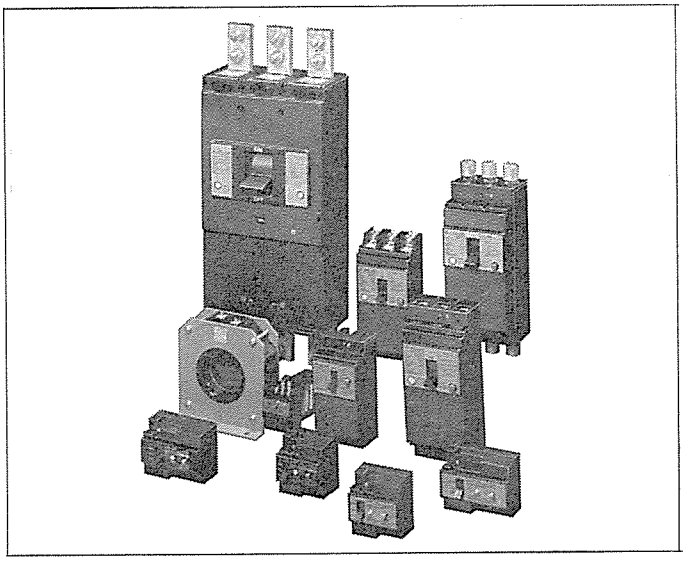


鉄骨接地の場合、大電流が流れることが考えられますから、アークをともなう地絡電流に対し幹線・分岐とも0.1秒の高速動作が安全上必要です。

図2 NV-ZUによるシステム

スポット 新形漏電しゃ断器

三菱電機はこのたび小容量品(30Aフレーム)から大容量品(1200Aフレーム)まで、ICを採用した漏電しゃ断器を開発しました。



特長

●感度電流を安定させました

漏電検出部にICを採用して感度電流をさらに安定させました。

●衝撃波不動作形です

雷サージ、開閉サージが生じても誤動作しません。

●小形化しました

大容量品100～600Aフレームのしゃ断部と漏電検出部を一体化して取付面積を約30%小さくしました。(当社比)

●パネルカットを簡略化しました

とって、テストボタン、漏電表示ボタンを1ヵ所にまとめましたから、パネルカットが1ヵ所ですみます。(600Aフレームまで)

●しゃ断容量を格上げしました

汎用品の100～600Aフレームと大容量品の400、600Aフレームの定格しゃ断容量を大幅に格上げしました

●使いやすくしました

定格電圧と定格感度電流を簡単に切替えることができます。(NV100SA以上、MS100SA以上) 地絡事故のトリップ表示ができます。市販の圧着端子も使用できます。

新形漏電しゃ断器の仕様一覧

		フレームA		30				400	600
地絡保護専用品・汎用品	NV-K シリーズ (地絡保護専用品) NV-C シリーズ (過負荷・短絡保護兼用品)	形名		NV-KF	NV-K30F	NV-1F	NV30-F	NV400-CA	NV600-CA
		極数		2	3	2	3	3	
		定格電流 A		最大通電電流30	最大通電電流30	15、20、30	(15)、(20)、30	(250)、300、(350)、400	500、600
		定格電圧 AC V		100、200	200	100、単3 200	単3 200	(100)、200、415	200、415
		定格感度電流 mA		15、30				30、200、(500)	200、500
		定格しゃ断電流 kA (asym/sym)	AC100V	定格短時間電流1.5	—	1.5	—	50/42	—
			AC200V	定格短時間電流1.5	定格短時間電流1.5	1.5		35/30	35/30
			AC415V	—	—	—	—	20/18	20/18
		外形寸法 mm	a	66	90	66	90	140	210
			b	70				345	400
			c	42				103	103

(注) 従来どうりNV30-C、50-C、100-C、225-Cもあります。

大容量品	NV-S シリーズ (過負荷・短絡保護兼用品)	形名		NV100-SA	NV100-HA	NV225-SA	NV400-SA	NV600-SA	NV800-SA	NV1000-SA	NV1200-SA
		極数		3							
		定格電流 A		15、20、30、(40)、50、60、75、100		125、150、(175)、200、225	(250)、300、(350)、400	500、600	(700)、800	1000	1200
		定格電圧 AC V		200/415 切替							
		定格感度電流 mA	高速形	30、200/500 切替			200/500 切替				
			時延形	(200/500 切替、415Vのみ)		200/500 切替					
		定格しゃ断電流 kA (asym/sym)	AC100V	—		—			—		
			AC200V	35/30	100/85	100/85			150/125		
			AC415V	20/18	50/42	50/42			100/85		
		外形寸法 mm	a	105		140	210		210		
			b	240		345	400		666		
			c	86		103	100		178		

(注) 待来どうりNV30-S、50-Sもあります。

モータ保護用	MN シリーズ (モータ保護兼用品)	形名		MN50-C	MN100-SA	MN225-SA
		極数		3	3	
		定格電流 A		1.4 45	63、71、90、100	125、150、175、200、225
		定格電圧 AC V		200	200/415 切替	
		定格感度電流 mA		30	30、200/500 切替	
		定格しゃ断電流 kA (asym/sym)	AC200V	2.5	35/30	100/85
			AC415V	—	20/18	50/42
		外形寸法 mm	a	70	105	140
			b	140	240	345
			c	60	86	103

(注) 従来どうりMN30-C、50-Sもあります。

ヤード総合自動化システム(YACS)に毎日工業技術特別賞

日本国有鉄道と共同で開発を進めてきたヤード総合自動化システム(YACS)に、毎日新聞社から第28回毎日工業技術特別賞が与えられました。ヤード全域にわたる総合自動化は世界でも初めての画期的な試みで、昭和49年10月1日最初の実用化システムとして首都圏の武蔵野操車場での開業に成功し、現在2番目のシステムの建設が岩手県の北上操車場で進められています。装置産業化をめざす貨物輸送において、その拠点であるヤードの総合自動化が国民生活の向上に与える影響は大きく、また開発の過程で完成した関連技術が科学技術の発展に寄与する功績大として認められたものです。

作業環境の大幅な改善

ヤードは一般に作業環境が極めて悪く、最も事故が多い職場の1つであり、自動化の目的は作業能率の向上や情報の一元化もさることながら、作業環境の改善も重要な点の1つとなっています。

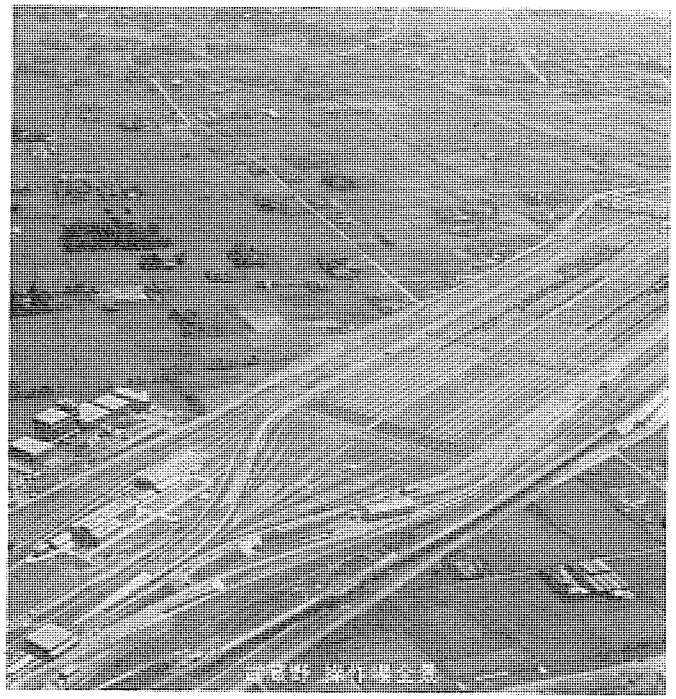
YACSではヤード全域の自動化を行なうことにより、貨車の添乗やブレーキ操作などの危険作業から人間を解放し、天候に関係なく人間により行なわれていたヤード構内の情報収集を省力化するなど、ヤードにおける作業環境の大幅な改善に役立っています。

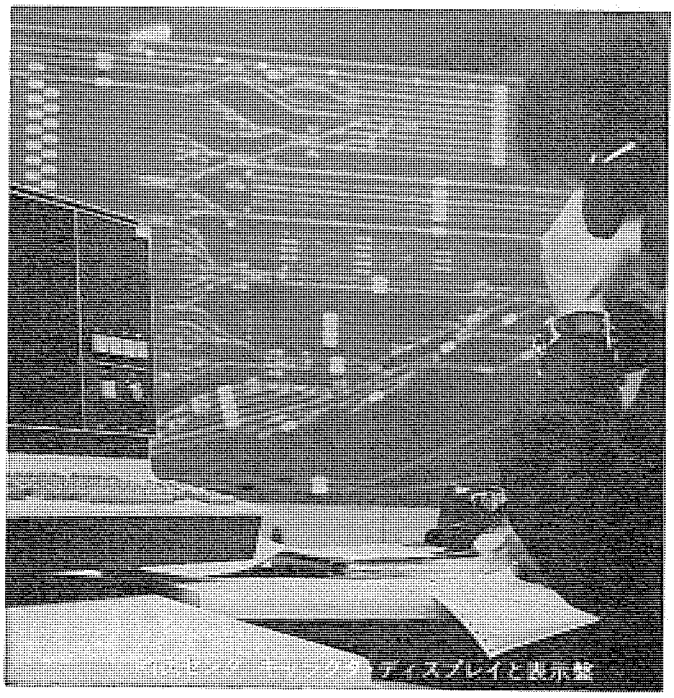
総合技術力を結集したシステムの開発

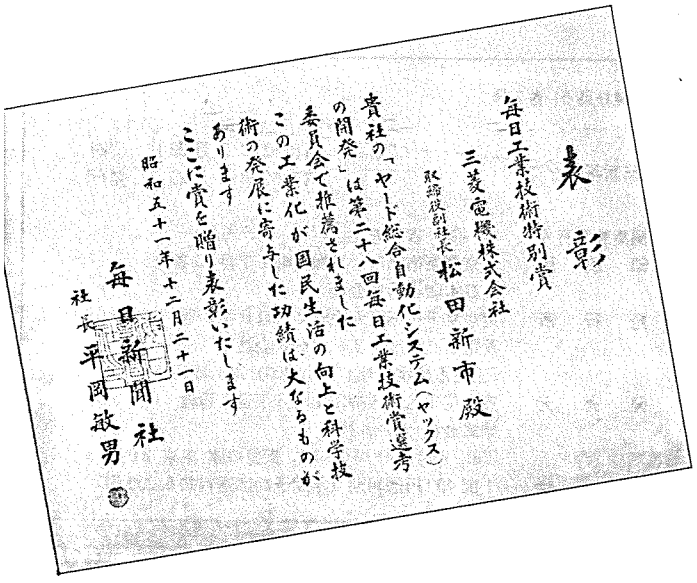
YACSは情報処理用計算機としてMLCOM-7500デュプレックス・システム、制御用計算機としてMELCOM-350/30デュアル・システムを採用し、極めて高い信頼度を確保する運転方式を完成させています。

この複合計算機システムは当社より納入したキャラクタ・ディスプレイ装置、携帯無線装置、SLC(押上機制御装置)、レーダ・スピードメータなどを介して人間系および制御系と有機的に結合した総合システムを形成しています。

このように当社の総合技術とシステム技術が日本国有鉄道YACS開発プロジェクト・チームの高いシステム技術力と結合して完成された画期的なシステムです。




ディスプレイと表示盤


表彰

毎日工業技術特別賞

三菱電機株式会社
取締役副社長 松田新市 殿

貴社の「ヤード総合自動化システム(ヤックス)の開発」は第二十八回毎日工業技術賞選考委員会で推薦されました
この工業化が国民生活の向上と科学技術の発展に寄与した功績は大なるものがあります
ここに賞を贈り表彰いたします

昭和五十一年十二月二十一日

毎日新聞社
社長 平岡敬男

当社の登録実用新案

登録番号	名称	考案者
1110950	発電機電圧調整装置	平田　毅
1110951	タイマーの開閉動作表示装置	新川成美
1110952	カムスイッチの接触片変位装置	新川成美
1110953	開閉装置切換爪の着脱装置	新川成美・原　文吾
1110954	機関点火装置	浅山嘉明
1110955	機関点火装置	浅山嘉明
1110956	内燃機関	浅山嘉明
1110957	断路器	稲村　実・阿部　智
1110958	ブレーキ付パウダクラッチ	車戸秀男・井上　肇
1110959	電圧制御装置	市川　和
1110960	脱水洗濯機	浦中朝一
1110961	パッケージ封着用治具	柳瀬正人・西楽隆司 小野勝男・水島昌俊
1110962	ガイドシュー	国井和司・安田桂一
1110963	電気掃除機の吸塵ホース	加藤　悟・田山　勇 細野孝雄
1110964	変圧器における防音筐の貫通装置	伊奈照夫
1110965	半導体装置	上田　守・米田良忠
1110966	気体膨張式救命いかだ	宇川　彰
1110967	非常スイッチ	小沢靖彦
1110968	磁気ヘッド	東山　昇
1110969	気体膨張式救命いかだ	渡辺太郎
1110970	テンプ始動停止装置	新川成美
1110971	真空溶解炉	押上森喬・春原岑生
1110972	救命いかだの設置装置	山口彰弘
1110973	直接冷却形回転電機	柳瀬正人・野村達衛
1110974	直接冷却形回転電機	柳瀬正人・野村達衛
1110975	気体膨張式救命いかだ	宇川　彰
1111976	電源装置	杉本　弘
1110977	サヴシャシ抜止め装置	細原義明
1110978	電気機器のコード巻き取り装置	大原　彰
1110979	アンテナ装置	那須誠一
1110980	限流装置	山本啓一・原　文吾
1110981	自己復旧形電流制限装置	原　文吾・三原寿信
1110982	変流器用接続装置	山内成周・阪上正幸
1110983	回転式圧縮機	浜田有啓
1110984	押釦スイッチ	服部信道・森田清司 池上正修
1110985	コード巻取り装置	小川　昇・大沢和夫 石井寛夫・小林安男
1110986	電子部品配線装置	原　邦芳
1110987	貫通形変流器	野口　肇・小野達男
1110988	変流器の固定装置	林　正之・宇佐美勝洋
1110989	回転電機のブラシ装置	鳥居睦男・山崎照明
1110990	オゾン発生器	前田義行・吉田久信
1110991	刷子保持装置	池田悌二
1110992	電気カミソリ	丸山　泰

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 51 No. 8 鉄鋼プラント電機品特集

特集論文

- 最近の圧延機駆動用電動機の動向
- 鉄鋼プラント用電動機制御装置
- 鉄鋼プラントにおける電子制御装置の応用
- ホットストリップミル制御システム
- 棒鋼(線材)圧延機用電機設備における最近の動向

普通論文

- エポキシ樹脂注型がいしブッシングの長期屋外課電暴露試験
- X-バンド・シリコンダブル ドリフトインパット ダイオード
- マーガリン製造ラインの総合生産システム
- 誘導電動機の電磁騒音低減法
- MEL-O-MATIC TIG チューブ自動溶接機
- オージェ電子分光法の半導体素子への応用
- M 2350 形インテリジェントディスプレー端末

三菱電機技報編集委員

委員長	樫本俊弥	常任委員	茶谷三郎
副委員長	松岡　治	〃	平林庄司
〃	後藤正之	委員	遠藤裕男
常任委員	武藤　正	〃	村上卓弥
〃	佐々木二郎	〃	神谷友清
〃	葛野信一	〃	橋爪　基
〃	伊原総三郎	〃	吉田太郎
〃	北川和人	〃	山崎　肇
〃	三矢周夫	〃	松村長延
〃	清田　浩	〃	小野勝啓
〃	阿部　修	幹事	本間吉夫
〃	武田克己	〃	三田村和夫
〃	福家　章	7号特集担当	三矢周夫
		〃	茶谷三郎

三菱電機技報 51 巻 7 号

昭和52年 7 月22日　印刷
昭和52年 7 月25日　発行

(無断転載を禁ず)

編集兼発行人　本間吉夫
印刷所　東京都新宿区市ヶ谷加賀町 1 丁目 12 番地　大日本印刷株式会社
発行所　東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 2 号 (〒 100)　菱電エンジニアリング株式会社　「三菱電機技報社」 Tel. (03) 243 局 1785
発売元　東京都千代田区神田錦町 3 丁目 1 番地 (〒 100)　株式会社 オーム社書店　Tel. (03) 291 局 0811, 振替口座 東京 20018
定価　1 部 400 円送料別 (年間予約は送料共 5,200 円)

ヤード総合自動化システム(YACS)に毎日工業技術特別賞

日本国有鉄道と共同で開発を進めてきたヤード総合自動化システム(YACS)に、毎日新聞社から第28回毎日工業技術特別賞が与えられました。ヤード全域にわたる総合自動化は世界でも初めての画期的な試みで、昭和49年10月1日最初の実用化システムとして首都圏の武蔵野操車場での開業に成功し、現在2番目のシステムの建設が岩手県の北上操車場で進められています。装置産業化をめざす貨物輸送において、その拠点であるヤードの総合自動化が国民生活の向上に与える影響は大きく、また開発の過程で完成した関連技術が科学技術の発展に寄与する功績大として認められたものです。

作業環境の大幅な改善

ヤードは一般に作業環境が極めて悪く、最も事故が多い職場の1つであり、自動化の目的は作業能率の向上や情報の一元化もさることながら、作業環境の改善も重要な点の1つとなっています。

YACSではヤード全域の自動化を行なうことにより、貨車の添乗やブレーキ操作などの危険作業から人間を解放し、天候に関係なく人間により行なわれていたヤード構内の情報収集を省力化するなど、ヤードにおける作業環境の大幅な改善に役立っています。

総合技術力を結集したシステムの開発

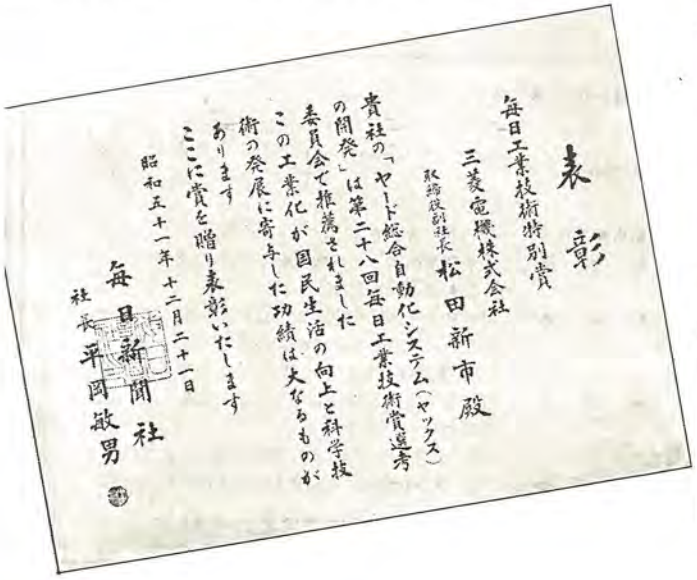
YACSは情報処理用計算機としてMLCOM-7500デュプレックス・システム、制御用計算機としてMELCOM-350/30デュアル・システムを採用し、極めて高い信頼度を確保する運転方式を完成させています。

この複合計算機システムは当社より納入したキャラクタ・ディスプレイ装置、携帯無線装置、SLC(押上機制御装置)、レーダ・スピードメータなどを介して人間系および制御系と有機的に結合した総合システムを形成しています。

このように当社の総合技術とシステム技術が日本国有鉄道YACS開発プロジェクト・チームの高いシステム技術力と結合して完成された画期的なシステムです。

武蔵野 操作場全景

輸送センタ キャラクタ・ディスプレイと表示盤


表彰

毎日工業技術特別賞

三菱電機株式会社
取締役社長 松田新市 殿

貴社の「ヤード総合自動化システム(ヤックス)の開発」は第二十八回毎日工業技術賞選考委員会で推薦されました
この工業化が国民生活の向上と科学技術の発展に寄与した功績は大なるものがあります
ここに賞を贈り表彰いたします

昭和五十一年十二月二十一日

毎日新聞社
社長 平岡敬男

当社の登録実用新案

登録番号	名称	考案者
1110950	発電機電圧調整装置	平田　毅
1110951	タイマーの開閉動作表示装置	新川成美
1110952	カムスイッチの接触片変位装置	新川成美
1110953	開閉装置切換爪の着脱装置	新川成美・原　文吾
1110954	機関点火装置	浅山嘉明
1110955	機関点火装置	浅山嘉明
1110956	内燃機関	浅山嘉明
1110957	断路器	稲村　実・阿部　智
1110958	ブレーキ付パウダクラッチ	車戸秀男・井上　馨
1110959	電圧制御装置	市川　和
1110960	脱水洗濯機	浦中朝一
1110961	パッケージ封着用治具	柳瀬正人・西楽隆司 小野勝男・水島昌俊
1110962	ガイドシュー	国井和司・安田桂一
1110963	電気掃除機の吸塵ホース	加藤　悟・田山　勇 細野孝雄
1110964	変圧器における防音筐の貫通装置	伊奈照夫
1110965	半導体装置	上田　守・米田良忠
1110966	気体膨張式救命いかだ	宇川　彰
1110967	非常スイッチ	小沢靖彦
1110968	磁気ヘッド	東山　昇
1110969	気体膨張式救命いかだ	渡辺太郎
1110970	テンプ始動停止装置	新川成美
1110971	真空溶解炉	押上森喬・春原岑生
1110972	救命いかだの設置装置	山口彰弘
1110973	直接冷却形回転電機	柳瀬正人・野村達衛
1110974	直接冷却形回転電機	柳瀬正人・野村達衛
1110975	気体膨張式救命いかだ	宇川　彰
1111976	電源装置	杉本　弘
1110977	サブシャシ抜止め装置	細原義明
1110978	電気機器のコード巻き取り装置	大原　彰
1110979	アンテナ装置	那須誠一
1110980	限流装置	山本啓一・原　文吾
1110981	自己復旧形電流制限装置	原　文吾・三原寿信
1110982	変流器用接続装置	山内成周・阪上正幸
1110983	回転式圧縮機	浜田有啓
1110984	押釦スイッチ	服部信道・森田清司 池上正修
1110985	コード巻取り装置	小川　昇・大沢和夫 石井寛夫・小林安男
1110986	電子部品配線装置	原　邦芳
1110987	貫通形変流器	野口　肇・小野達男
1110988	変流器の固定装置	林　正之・宇佐美勝洋
1110989	回転電機のブラシ装置	鳥居睦男・山崎照明
1110990	オゾン発生器	前田義行・吉田久信
1110991	刷子保持装置	池田悌二
1110992	電気カミソリ	丸山　泰

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 51 No. 8 鉄鋼プラント電機品特集

特集論文

- 最近の圧延機駆動用電動機の動向
- 鉄鋼プラント用電動機制御装置
- 鉄鋼プラントにおける電子制御装置の応用
- ホットストリップミル制御システム
- 棒鋼(線材)圧延機用電機設備における最近の動向

普通論文

- エポキシ樹脂注型がいしブッシングの長期屋外課電暴露試験
- X-バンド・シリコンダブル ドリフトインパット ダイオード
- マーガリン製造ラインの総合生産システム
- 誘導電動機の電磁騒音低減法
- MEL-O-MATIC TIG チューブ自動溶接機
- オージェ電子分光法の半導体素子への応用
- M 2350 形インテリジェントディスプレー端末

三菱電機技報編集委員

委員長	樫本俊弥	常任委員	茶谷三郎
副委員長	松岡　治	〃	平林庄司
〃	後藤正之	委員	遠藤裕男
常任委員	武藤　正	〃	村上卓弥
〃	佐々木二郎	〃	神谷友清
〃	葛野信一	〃	橋爪　基
〃	伊原総三郎	〃	吉田太郎
〃	北川和人	〃	山崎　肇
〃	三矢周夫	〃	松村長延
〃	清田　浩	〃	小野勝啓
〃	阿部　修	幹事	本間吉夫
〃	武田克己	〃	三田村和夫
〃	福家　章	7号特集担当	三矢周夫
		〃	茶谷三郎

三菱電機技報 51 巻 7 号

昭和52年 7 月22日　印刷
昭和52年 7 月25日　発行

(無断転載を禁ず)

編集兼発行人　本間吉夫
印刷所　東京都新宿区市ヶ谷加賀町 1 丁目 12 番地
大日本印刷株式会社
発行所　東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 2 号 (〒 100)
菱電エンジニアリング株式会社
「三菱電機技報社」Tel. (03) 243 局 1785
発売元　東京都千代田区神田錦町 3 丁目 1 番地 (〒 100)
株式会社 オーム社書店
Tel. (03) 291 局 0811, 振替口座 東京 20018
定価　1 部 400 円送料別 (年間予約は送料共 5.200 円)

縦型注入論理素子(VIL)の開発に市村賞

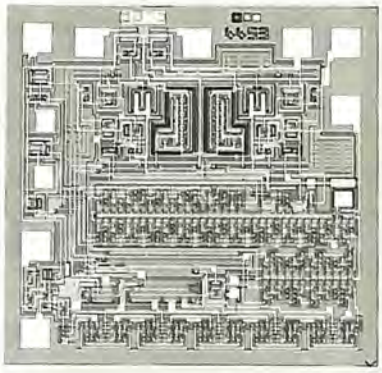
三菱電機は縦型注入論理素子(VIL)の開発に成功し、財団法人 新技術開発財団から贈られる第9回市村賞(貢献賞)を受賞しました。このVIL(Vertical Injection Logic)は小形で高集積化に適し、しかも電力消費の少ない新しいバイポーラLSIで、論理用ICの重要な性能指数である電力遅延時間積を従来品に比べ約100倍も向上しています。さらに三菱電機はこのVILを採用した腕時計用IC、スタティックメモリ用ICの試作にも成功しました。

開発技術の内容

IC、LSI化の方法には、プレーナトランジスタを主体としたバイポーラ方式とMOS・FETを主体としたMOS方式があります。バイポーラ方式は高速で高性能な反面、互いの素子を分離するため高集積化には不適で、LSIの開発には主にMOS方式が採用されてきました。VILの原型であるI^2L(Integrated Injection Logic)はnpn、ラテラルpnpトランジスタで構成したインバータアレイが基本ユニットで、複合化により分離を不要にしました。しかも抵抗は一切使用せず、バイポーラ方式でのLSI化を可能にしました。さらにラテラルpnpトランジスタを基本素子として使用する場合に、性能面で限界がある箇所を縦型pnp構造にして、従来方式では実現できなかったサブミクロンベース幅を通常技術で容易に得られるようにしました。あわせて下面のインジェクタを蓄積正孔のシンクとして伝搬遅延時間の向上、高密度をはかりました。

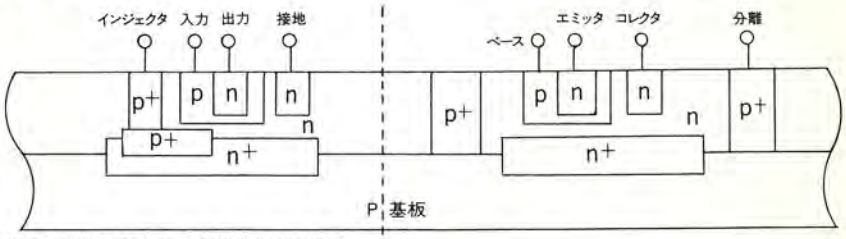
性　能

- **電流増幅率**　ベース接地電流増幅率α(pnp)＝0.6～0.9
  (I^2Lでは0.3～0.5)
- **電力・遅延時間積**　PD積＝0.07PJ
- **伝搬遅延時間**
  6.5ns／ゲート(ローパワーショトキーの速度を10万分の1の消費電力で達成)
- **集積度**　TTL、ECLの10～15倍



チップサイズ：1.29×1.24mm²
IC内容：発振器
16段分周器
モータドライバ
電源電圧：1.5V
消費電流：2.2μA

図1. VIL腕時計用ICチップ写真



※I^2Lではラテラルpnpトランジスタのベース幅は写真製版精度およびベース拡散精度に依存しているため均一で狭いベース幅がえられません。
これに対して、VILではn^+埋込層内の下面インジェクタと上面からのベース拡散差によりベース幅を決定しますので、均一で狭いベース幅が容易に得られます。

図2. VILと従来のIC用トランジスタの構造断面図